

# راهنمای خریداران و کاربران تلسکوپ‌ها و دوربین‌های نجومی

جیمز مالنی

مترجم: شادی حامدی آزاد

---

راهنمای

خریداران و کاربران  
تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی

---



گردآورنده: جیمز مالی  
مترجم: شادی حامدی آزاد

سرشناسه	: مالی، جیمز Mullaney, James
عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای خریداران و کاربران تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی/گردآورنده جیمز مالی ؛ مترجم شادی حامدی‌آزاد.
مشخصات نشر	: تهران: حامی، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: ۲۰۸ص: مصور.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۶۲-۲۳-۹: ریال ۱۲۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: A buyer's and user's guide to astronomical telescopes and binoculars, 2007.
موضوع	: تلسکوپ‌ها-- کتاب‌های راهنما.
موضوع	: تلسکوپ‌ها-- دستنامه‌های آماتور.
موضوع	: دوربین‌های دو چشمی -- کتاب‌های راهنما.
موضوع	: دوربین‌های دو چشمی -- دستنامه‌های آماتور.
شبناسه افزوده	: حامدی آزاد، شادی، ۱۳۵۹ - مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۲۸۹ م۲۲/۳ QB۸۸
رده بندی دیویی	: ۵۲۲/۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۲۴۵۲۸۹



انتشارات حامی

## راهنمای خریداران و کاربران تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی

گردآورنده: جیمز مالی

مترجم: شادی حامدی آزاد

طراح و صفحه‌آرا: مهرنیا احمدی

ناشر: انتشارات حامی (۲۲۱۲۶۷۰۱ - ۰۹۱۲۱۹۶۲۷۱۶)

چاپ و صحافی: صنعت شرق / جدی

نوبت چاپ: اول (بهار ۱۳۸۹)

شمارگان: ۳۰۰۰

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

مؤسسه‌ی آسمان شب: تهران، خیابان شریعتی، سه راه ضریخانه،

خیابان گل نیل، میدان کتابی، خیابان جلفا، پلاک ۴۹ جدید

تلفن: ۲۲۸۸۸۴۸۰ و ۲۲۸۸۸۲۷۸ و ۲۲۸۵۳۴۲۰ فکس: ۲۲۸۵۳۴۹۱

فروشگاه آسمان شب: تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از میدان ونک،

بلوار میرداماد، بعد از موزه‌ی دقت، پلاک ۳۱۰، واحد ۴۱

تلفن: ۸۸۶۶۰۸۸۶ و ۸۸۸۷۹۳۴۱ و ۲۲۸۵۳۴۲۰

www.telescope.ir

info@telescope.ir



طبیعت آسمان شب



## نجوم برای همه



«طبیعت آسمان شب» مجموعه‌ای علمی و فرهنگی است که از مهر ۱۳۸۱ شروع به فعالیت کرده است. ایده‌ی پیدایش چنین مجموعه‌ای از آنجا شکل گرفت که پس از دوره‌ی طولانی رکود نجوم در ایران، به همت جمعی از اخترشناسان جوان، باری دیگر علاقه به اخترشناسی به مرور در میان ایرانیان رواج پیدا کرد. افزایش علاقه‌مندان به نجوم و نبودن جایی برای گردهم‌آیی و تبادل افکار، همچنین کمبود شدید ابزارهای نجومی و رصدی باعث شد تا جای خالی چنین مجموعه‌ای کاملاً احساس شود.

نخستین تلاش‌های مجموعه‌ی طبیعت آسمان شب در ابتدا بیشتر صرف تهیه و عرضه‌ی تلسکوپ‌ها و ابزارهای نجومی با قیمت و کیفیت گوناگون شد. واردات ابزارهای نجومی به صورت کلی و ایجاد اطمینان و جلب اعتماد شرکت‌های معتبر بین‌المللی باعث شد کم‌کم بازار اپتیک‌های رصدی ایران دچار تحولی شگرف شود. حالا عرضه‌ی ابزارهای نجومی چنان تنوع و گسترش یافته که در بسیاری از مواقع رصدگران برای انتخاب ابزار مناسب خود دچار سردرگمی می‌شوند. مجموعه‌ی طبیعت آسمان شب بسیاری از این ابزارها را نخستین بار وارد بازار ایران کرده است؛ برای مثال نخستین آسمان‌نمای دیجیتال ایران را در سال ۱۳۸۷ در استان زنجان نصب کرد و نخستین دوربین‌های دوچشمی سکه‌ای را به ایران (برج میلاد) آورد.

مجموعه‌ی طبیعت آسمان شب در کنار تهیه و ارایه‌ی ابزارهای نجومی، مکانی برای گردآوری انواع کتاب‌ها و نرم‌افزارهای نجومی ایرانی و خارجی شد. حالا در این مجموعه‌ی ارزشمند بیش از ۲۰۰ عنوان کتاب نجومی به زبان فارسی و انگلیسی، معتبرترین مجله‌های بین‌المللی اخترشناسی در دنیا، ۳۰ عنوان از جدیدترین نرم‌افزارهای نجومی، نرم‌افزارهای معتبر نجومی تولید شده در ایران، انواع ماکت‌ها و پوسته‌های نجومی، تلسکوپ‌ها و لوازم جانبی آن‌ها، ۱۲۰ عنوان فیلم مستند نجومی و فضایی، دوربین‌های دوچشمی و تک‌چشمی، و شهاب‌سنگ‌ها گردآوری شده است.





## ۹ بخش یک: خریدن تلسکوپ و دوربین دوچشمی

### ۱۱ فصل یک: مقدمه

بیش از آنچه به چشم می‌آید  
ابزارهای نو در برابر ابزارهای دست‌دوم  
تلسکوپ خودتان را بسازید  
آزمایش اپتیکی

### ۱۸ فصل دو: دوربین‌های دوچشمی

دیدن با دو چشم  
ویژگی‌ها  
انواع منشور و اندود اپتیکی  
ثابت تصویر  
کوچولوها و غول‌ها  
تلسکوپ‌های دوچشمی

### ۲۸ فصل سه: مقدمات تلسکوپ

گشودگی دهانه  
نسبت/فاصله‌ی کانونی  
توان بزرگنمایی  
توان گردآوری نور  
توان تفکیک  
استقرار

## ○ فصل چهار: تلسکوپ‌های شکستی

اکروماتیک

آپوکروماتیک

میدان باز

بلند-کانون

تلسکوپ خورشیدی

## ○ فصل پنج: تلسکوپ‌های بازتابی

نیوتنی

دابسونی

میدان باز

کاسگرین

ریچی-کرتین

دال-کرکهام

کاسگرین تغییر یافته

خارج از محور

## ○ فصل شش: تلسکوپ‌های کاتادیوپتريک

ماکستوف-کاسگرین

اشمیت-کاسگرین

اشمیت-نیوتنی

ماکستوف-نیوتنی

## ○ فصل هفت: لوازم جانبی

چشمی‌ها

جوینده

جُبقی

عدسی‌های بارلو

کلاهک‌های شبنم/سپرهای نوری

دیگر ابزارها

## بخش دو: استفاده از تلسکوپ و دوربین دوچشمی

## ○ فصل هشت: شیوه‌های رصد

تمرین دادن چشم

شرایط آسمان

ثبت رصد

رصدگاه‌ها و رصدخانه‌ها

مسائل شخصی



۱۰۲

## ● فصل نُه: رصد اجرام منظومه‌ی شمسی

خورشید

ماه

سیارات

دنباله‌دارها

سیارک‌ها

شهاب‌ها

ماهواره‌ها

۱۲۶

## ● فصل دَه: رصد مجموعه‌های ستاره‌ای

ستاره‌های تکی قدر یک و رنگارنگ

ستاره‌های دوگانه و چندگانه

ستاره‌های متغیر، نوآخترها و آبزنوآخترها

۱۴۰

## ● فصل یازده: رصد اجرام اعماق آسمان

اجتماعات ستاره‌ای و صورت‌واره‌ها

خوشه‌های ستاره‌ای

سحابی‌ها

کهکشان‌ها و آختروش‌ها

راه شیری

گشت‌وگذاری فراتر

۱۶۷

## ● فصل دوازده: نتیجه‌گیری

به اشتراک گذاشتن شگفتی‌ها

تفریح در برابر رصد جدی

توجه به جنبه‌های زیبایی‌شناختی و فلسفی

۱۷۵

## ● پیوست یک: محدوده‌های قدر و تفکیک در تلسکوپ‌ها

۱۷۷

## ● پیوست دو: اسامی صورت‌های فلکی

۱۸۱

## ● پیوست سه: فهرست ویژه‌ی اجرام آسمانی



بخش یکم

# خریدن تلسکوپ و دوربین دوچشمی









## بیش از آنچه به چشم می‌آید

این کتاب راهنمای عملی مؤثری برای انتخاب و استفاده از تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی برای رصد آسمان است. اما نباید به این وسایل به چشم ابزارهایی نگاه کنید که می‌خواهید به مجموعه‌ی دارایی‌های فنی مدرن خود بیفزایید. اگر درست قضاوت کنیم، آن‌ها واقعاً ابزارهایی جادویی‌اند؛ زیرا به معنای واقعی کلمه «فضاپیمای ذهن»، «ماشین‌های زمان»، و «پنجره‌هایی به آفرینش» هستند که به کاربران خود فرصت می‌دهند در عالم هستی سیر کنند.

این خطوط از ویلیام وُردزورث<sup>۱</sup> بخشی از هیجانی را منتقل می‌کند که دیدن تلسکوپی نشان‌رفته به سوی آسمان معمولاً برمی‌انگیزد:

*این ازدحام برای چیست؟ اینجا چه داریم! نباید نادیده از کنارش بگذریم؛ تلسکوپی  
تنظیم‌شده و نشان‌رفته به سوی آسمان.*

همین‌طور که توضیحات و پیشنهادات صفحه‌های بعدی را می‌خوانید در وهله‌ی نخست در ذهن داشته باشید که سرانجام در انتخاب و استفاده از این ابزارهای جذاب چه شگفتی‌هایی را خواهید دید. شاید بخواهید برای حفظ این دورنما گه‌گاهی به فصل نتیجه‌گیری مراجعه کنید و درباره‌ی مطالب آن دقیق‌تر بیندیشید.

## ابزارهای نو در برابر ابزارهای دست‌دوم

هرچند این کتاب درباره‌ی انتخاب و استفاده از تلسکوپ‌ها و دوربین‌های دوچشمی است که به‌صورت تجاری ساخته شده و در دسترس‌اند، باید به نکاتی درباره‌ی تجهیزات دست‌دوم نیز اشاره کنیم. معمولاً می‌توان در بازار، تلسکوپ یا دوربین دوچشمی دست‌دوم را با کسری از قیمت نو آن پیدا کرد که این به شما امکان می‌دهد ابزاری را تهیه کنید که شاید در حالتی دیگر از عهده‌ی خریدش بر نیایید. اما نکته‌ی منفی ماجرا این است که دیگر ضمانتی درباره‌ی کیفیت اپتیکی یا مکانیکی آن ابزار وجود ندارد، مگر این که بتوانید پیش از خرید کاملاً آن را از هر نظر امتحان کنید. برای ابزارهایی که از اینترنت و به‌صورت آن‌لاین آن‌ها را می‌خرید طبیعتاً چنین امکانی وجود ندارد. در چنین حالتی می‌توانید بیعانه‌ای قابل توجه به فروشنده پیشنهاد کنید و از او بخواهید که باقی مبلغ را پس از دریافت و بررسی ابزار از شما بگیرد (البته با توافق بر سر این که در صورت وجود هر مشکلی تلسکوپ را بازپس می‌فرستید و باید پول شما را پس بدهد). بهترین حالت این است که ابزارهای دست‌دوم را در فاصله‌ی مناسبی از شهرتان - و ترجیحاً از یکی از اعضای گروهی نجومی - بخرید تا بتوانید پیش از خرید آن را امتحان کنید. در کنار بررسی لوله و پایه به دنبال هرگونه آسیب فیزیکی، باید همچنین عملکرد اپتیکی ابزار را



شکل ۱-۱

حتی تلسکوپ‌ی کوچک، با آپتیک خوب، یک عمر در رصد اجرام آسمانی به رصدگرانی از هر سن خدمت می‌کند. در این تصویر یک تلسکوپ ۲۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) شکستی را می‌بینید که مدت‌ها محبوب‌ترین تلسکوپ در دنیا بوده است (و هنوز هم هست).



نیز به دقت، با استفاده از آزمایشی که جلوتر در همین فصل شرح می‌دهیم، آزمایش کنید.

تلسکوپ‌های دست‌دومی که معمولاً بیشترین خریدار را دارد عبارتند از، شکستی‌های مدل Unitron ساخت پیش از سال ۱۹۸۰ (به‌ویژه ۲/۴ و ۳ اینچی) بازتابی‌های Criterion Dynascope (به‌ویژه ۶ اینچی) بازتابی‌های Cave Astrola (همه‌ی مدل‌ها) بازتابی‌های Optical Craftsmen (به‌ویژه ۸ اینچی) مدل Fecker Celestar (بازتابی ۴ اینچی) نخستین مدل‌های ماکستوف-کاسگرین ۳/۵ اینچی Questar

همچنین باید به مدل‌های کلاسیک شکستی «آنتیک» ساخته‌ی دست استادان گذشته، همچون آلون کلارک<sup>۱</sup>، جان براشیر<sup>۲</sup>، و کارل زایس<sup>۳</sup>، اشاره کنیم. این تلسکوپ‌ها، به‌جز مدل‌های Unitron و Questar، سال‌هاست که از خط تولید سازندگان تلسکوپ خارج شده‌اند و به این ترتیب جزئی از گنجینه‌ی مجموعه‌داران محسوب می‌شوند. اگر اتفاقاً یکی از این گوهرها را در اختیار دارید -یا می‌توانید یکی را با قیمتی مناسب بخرید- خودتان را بسیار ثروتمند بدانید!

## تلسکوپ خودتان را بسازید

مانند خرید ابزارهای دست‌دوم، باید به نکاتی نیز درباره‌ی امکان ساخت تلسکوپی برای خودتان اشاره کنیم. (دوربین‌های دوچشمی اینجا در نظر گرفته نشده‌اند، زیرا قیمت آن‌ها بسیار پایین‌تر از تلسکوپ است و سرهم کردن قطعات‌شان آنقدر دشوار که ارزش وقت و تلاش برای این کار را ندارد.) و اینجا باید به تفاوت میان ساختن و سرهم کردن تلسکوپ اشاره کنیم. اولی هنر کهن و به همان اندازه وقت‌گیر ساختن اجزای اپتیکی (معمولاً آینه‌ی اصلی بازتابی‌ها و عدسی شیئی شکستی‌ها) است. باوجود عدسی‌ها و آینه‌های باکیفیتی که امروزه به‌کمک ماشین‌ها تولید انبوه می‌شوند و با قیمتی منطقی به‌طور گسترده در دسترس‌اند، پیشتر «تلسکوپ‌سازان» به طرف کار دوم -یعنی سرهم کردن تلسکوپ- روی آورده‌اند؛ یعنی اجزای اپتیکی را می‌خرند و بقیه‌ی تلسکوپ را می‌سازند. این موضوع به‌ویژه در تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی بسیار محبوب با قطر آینه‌ی زیاد، که در فصل ۵ بررسی شده‌اند، صدق می‌کند. (منبعی بسیار عالی در این زمینه کتاب تلسکوپ خودتان را بسازید<sup>۴</sup> نوشته‌ی ریچارد بری<sup>۵</sup> و منتشرشده در سال ۲۰۰۱ از انتشارات Willmann-Bell است.) اما من، که

۱- Alvan Clark

۲- John Brashear

۳- Carl Zeiss

۴- Build Your Own Telescope

۵- Richard Berry

خودم پیش‌تر تلسکوپ‌ساز بوده‌ام، می‌توانم سوگند یاد کنم که هیچ‌جانی بالاتر از دیدن آسمان‌ها با ابزاری نیست که آپتیک آن را با دستان خودتان ساخته باشید! اگر می‌خواهید در این راه قدم بگذارید کتاب‌های عالی بسیاری درباره‌ی ساییدن، صیقل دادن، و آزمایش کردن آینه‌ی تلسکوپ‌های بازتابی وجود دارد (البته این منابع متأسفانه به زبان‌هایی غیر از فارسی در دسترس‌اند - مترجم).



شکل ۱-۲

نویسنده در ۱۶ سالگی با تلسکوپ ۶ اینچی بازتابی نیوتونی‌اش با استقرار استوایی که کاملاً دست‌ساز است (از جمله آینه‌ی اصلی سهموی آن)، امروز بیشتر «تلسکوپ‌سازان» مایل‌اند که اجزای آپتیک را بخرند و آن‌ها را در ابزاری دست‌ساز خود نصب کنند (معمولاً به‌صورت تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی مخصوصاً در ابزارهای بزرگ‌تر).

## آزمایش آپتیک

چه تلسکوپ‌بی که می‌خرید نو باشد چه دست‌دوم، یا چه خودتان آن را ساخته باشید باید بدانید چطور عملکرد آپتیک آن را آزمایش کنید! روش‌های پیچیده‌ی بسیاری در طی سال‌ها به‌دست اخترشناسان یا تلسکوپ‌سازان طراحی شده‌اند؛ از جمله، روش‌های فوکو<sup>۱</sup>، روشی<sup>۲</sup>، هارتمان<sup>۳</sup>، و تست لیزری

۱- Foucault

۲- Ronchi

۳- Hartmann

تداخل‌سنجی. اما آزمایشی ساده، راحت، و مهم وجود دارد که اجزایش در هر مکان و زمان، حتی در نور شدید روز، بسیار آسان است. در این روش، که به نام تصویر زیادی‌کانونی<sup>۱</sup> یا تست ستاره معروف است، تصویر ستاره‌ای را مرجع آزمایش قرار می‌دهیم. می‌توانید ستاره‌ای واقعی در آسمان شب یا ستاره‌ای مصنوعی را انتخاب کنید که به کمک تاباندن چراغی از میان روزنه‌ای کوچک ایجاد می‌شود. دومی به‌ویژه برای آزمایش اپتیک در روز مناسب است. (گزینه‌ی دیگر در اینجا استفاده از بازتاب خورشید از سپر کروم‌اندود خودرویی در دوردست یا از روکش عایق شیشه‌ای سیم‌های برق است. این بازتاب پرتو نوری بسیار درخشان ایجاد می‌کند که واقعاً منبعی نقطه‌ای محسوب می‌شود.) خود آزمایش بسیار ساده است. اگر از ستاره‌ای واقعی استفاده می‌کنید ستاره‌ای را انتخاب کنید که نه خیلی پُر نور و نه خیلی کم‌نور باشد. انتخابی مناسب ستاره‌ی قطبی (آلفا-دُب‌اصغر) است. نه تنها درخشندگی آن برای این آزمایش مناسب است بلکه در طول مدت آزمایش نیز کمترین جابه‌جایی، به سبب حرکت وضعی زمین، را دارد - نکته‌ای واقعاً مثبت به‌ویژه اگر از تلسکوپ بدون موتور ردیاب استفاده می‌کنید! با استفاده از یک چشمی با بزرگنمایی متوسط (با ۲۰ برابر بزرگنمایی به ازای هر اینچ گشودگی دهانه) نخست ستاره را در مرکز میدان دید چشمی قرار دهید و کاملاً تصویر را کانونی کنید. سپس تصویر را، با رفتن به داخل یا خارج محدوده‌ی کانونی، از حالت کانونی بیرون بیاورید و آن را آزمایش کنید. باید قرصی دایره‌شکل را ببینید که اطرافش را حلقه‌هایی با درخشندگی یکسان فراگرفته‌اند. (اگر از تلسکوپ بازتابی یا مرکب استفاده می‌کنید در مرکز این قرص سایه‌ی تیره‌ی آینه‌ی ثانویه را نیز می‌بینید.) حالا به همان اندازه‌ی قبلی در سوی دیگر حالت کانونی پیش بروید. اگر همان قرص و حلقه‌ها را در هر دو حالت می‌بینید، تبریک می‌گوییم - تلسکوپ شما اپتیکی واقعاً عالی دارد! (واژه‌ی فنی برای این حالت پُر اش محدود<sup>۲</sup> است که یعنی عملکرد اپتیکی را فقط ماهیت موجی نور محدود می‌کند و نه کیفیت سیستم اپتیکی.)

اگر خطای اپتیکی وجود داشته باشد خود را در تصویر زیادی‌کانونی نشان می‌دهد. مثلاً اگر تصویر از هر سو حالتی مثلثی داشته باشد اپتیکی فشرده (pinched) دارید. این معمولاً به آن معناست که جای آینه‌ی اصلی تلسکوپ بازتابی یا عدسی شیئی تلسکوپ شکستی بیش از حد تنگ است. این موضوع را می‌توانید با شل کردن گیره‌های آینه در حالت اول و عقب زدن حلقه‌ی نگهدارنده در حالت دوم حل کنید. اگر شکلی بیضی‌مانند دیدید که با چرخاندن پیچ فکوس (کانونی) ۹۰ درجه می‌چرخید در اپتیک شما خطایی جدی به نام آستیگماتیسم وجود دارد. هرچند، پیش از این که تقصیر را به گردن آینه‌ی اصلی تلسکوپ بیندازید مطمئن شوید که مشکل از چشمی تلسکوپ یا از چشمان خودتان نیست! چرخاندن چشمی در جایش به شما نشان می‌دهد که مشکل اول وجود دارد یا خیر، و چرخاندن سرتان نشان می‌دهد مشکل دوم وجود دارد یا خیر. در هر دو صورت شکل بیضی نیز می‌چرخد.

نشانه‌های دیگری هم وجود دارند که به دنبال‌شان بگردید. حلقه‌های هم‌مرکز که ظاهری ناهموار و درهم دارند نشان می‌دهند که سطح اپتیک، به جای صاف و صیقلی، زبر است (معمولاً حاصل صیقل





شکل-۳

تصویر خارج از کانون (یا زیادی کانونی) هر ستاره اطلاعات بسیاری درباره‌ی اپتیک تلسکوپ (و نیز محیط حرارتی و شرایط جوّی) - در این مورد هم‌خطی اجزای اپتیکی - آشکار می‌کند. تصویر در کادر سمت چپ نشان‌دهنده‌ی ناهم‌خطی بسیار شدید است. تصویر وسطی ناهم‌خطی متوسط (که همان هم برای کاستن از کیفیت تصویر کافی است) و تصویر سمت راست نشان‌دهنده‌ی اپتیک هم‌خط است.

دادن ماشینی سریع). حلقه‌هایی که، به جای ظاهر یکسان، ضخامت و درخشندگی‌های متفاوت دارند نشان‌دهنده‌ی وجود zone (برآمدگی‌های بلند و شیارهای کم‌عمق) در سطح اپتیک‌اند. حلقه‌هایی که به هم فشرده‌اند و شکلی شبیه به علامت ویرگول دارند نشان می‌دهند که اپتیک از هم‌خطی خارج شده است. تصویر زیادی کانونی همچنین چیزهایی درباره‌ی شرایط جوّ (موج‌های سریع روی قرص تصویر که در شب‌های متلاطم دیده می‌شود)، سرد شدن اجزای اپتیکی (ستون‌های دودآلود و مارمانندی روی تصویر که تا زمان رسیدن دمای اپتیک به دمای هوای شب ادامه می‌یابند)، و شرایط حرارتی رصدگاه شما (دیدن امواجی شبیه آن‌هایی که در روزی گرم از سطح خیابان بلند می‌شوند) می‌گوید.

شما این آزمایش را نه تنها وقتی ابزاری را می‌خرید، بلکه از آن پس هر از چند گاهی باید انجام دهید؛ به‌ویژه برای بررسی هم‌خطی اپتیک. این موضوع به‌ویژه در تلسکوپ‌های بازتابی و اشمیت-کاسگرین اهمیت دارد که ممکن است هر چند وقت یک‌بار فقط با حرکتی ساده از هم‌خطی خارج شوند. به استثنای شکستی‌ها و ماکستوف-کاسگرین‌های خوش‌ساخت (هر دو آن‌ها در اصل به‌طور همیشگی هم‌خط شده‌اند و این هم‌خطی مرهون نحوه‌ی استقرار اپتیک‌ها در جایگاه‌شان است). حتی پُست تلسکوپ از جایی به جای دیگر گاه ممکن است آن را از هم‌خطی خارج کند. انجام دادن این تنظیمات، یک‌بار که یاد بگیرید، بسیار ساده است (مخصوصاً در بازتابی‌های نیوتنی) و تفاوت عمده‌ای در کیفیت تصویری که در چشمی می‌بینید ایجاد می‌کند.

بهترین منبعی که تا به حال درباره‌ی آزمایش تصویر زیادی کانونی نوشته شده کتاب *آزمایش تلسکوپ‌های نجومی با ستاره‌ها*<sup>۱</sup> اثر هارولد ریچارد سوییتر<sup>۲</sup> (انتشارات Willmann-Bell، ۱۹۹۴) است. این کتاب شامل شرح جامع طرز انجام این روش و مجموعه‌ای جذاب از تصاویر زیادی کانونی است که شرایط اپتیکی گوناگون را، که ممکن است در چشمی تلسکوپ ببینید، نمایش می‌دهد.

۱- *Star Testing Astronomical Telescope*

۲- Harold Richard Suiter

(اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که وقتی دوربین‌های دوچشمی از هم‌خطی خارج می‌شوند - که با دو تا شدن تصویر مشخص می‌شود!- باید به دست متخصصی حرفه‌ای و با ابزارهای خاص هم‌خط‌کننده تنظیم شوند تا تصویر تصحیح شود و این به سبب مسیر پیچیده‌ی نور از میان قطاری از منشورهاست.

## دوربین‌های دوچشمی

### دیدن با دو چشم

معمولاً توصیه می‌شود که پیش از خریدن تلسکوپ ابتدا دوربین دوچشمی بخرید. و با ارایه‌ی دلایل خوب! نه تنها این دوربین‌ها ارزان‌قیمت‌تر، بسیار قابل حمل، و همیشه آماده‌ی استفاده‌ی آنی‌اند بلکه نماهایی از آسمان در اختیار رصدگر می‌گذارند که نمای هیچ تلسکوپی را توان رقابت با آن‌ها نیست. این امر بیشتر به این سبب است که میدان دید دوربین‌های دوچشمی -معمولاً ۵ یا ۶ درجه (یا ۱۰ تا ۱۲ برابر قطر ماه کامل)- به نسبت میدان دید یک درجه‌ای بیشتر تلسکوپ‌ها، حتی زمانی که با کمترین بزرگنمایی استفاده می‌شوند، بسیار باز است. مدل‌هایی با میدان دید فراپاز نیز وجود دارند که اندازه‌ی مبهوت‌کننده‌ی ۱۰ درجه از آسمان را پوشش می‌دهند. دوربین‌های دوچشمی برای یاد گرفتن مسیرها در آسمان و برای کاوش آنچه خارج از محدوده‌ی صورت‌های فلکی قابل مشاهده با چشم برهنه رخ می‌دهد بسیار ایده‌آل‌اند.

اما وجه دیگری از «دیدن با دو چشم» (گاهی به رصد با دوربین دوچشمی گفته می‌شود) است که آن‌ها را به بهترین ابزارها برای رصد آسمان تبدیل کرده است. و آن توهم چشمگیر عمق یا «سه بُعدی بودن» است که از دیدن با هر دو چشم حاصل می‌شود. این موضوع احتمالاً به هنگام رصد ماه مؤثرتر از همیشه است. زیرا ماه از درون دوربین دوچشمی همچون گویی برجسته و معلّق در پس‌زمینه‌ی پُرساره‌ی آسمان به نظر می‌رسد -به‌ویژه به هنگام اختفاء؛ هنگامی که از مقابل خوشه‌ای بزرگ و درخشان، مانند پروین یا قلائص، عبور می‌کند. همچنین بحث فصل ۱۱، درباره‌ی حس ظاهری عمق هنگام تماشای ابرهای ستاره‌ای پُرچرم راه شیری با دوربین دوچشمی (یا چشم

برهنه)، را ببینید. سرانجام این که، صرف نظر از وجوه زیبایی شناختی، بارها نشان داده شده که استفاده از هر دو چشم برای دیدن اجرام آسمانی باعث افزایش تضاد (کنتراست)، تفکیک (رزولوشن)، و حساسیت تصویر تا حد ۴۰ درصد می شود!

## ویژگی ها

هر دوربین دوچشمی اساساً از دو تلسکوپ بازتابی کوچک تشکیل شده که بغل به بغل هم و با هم خطی موازی و دقیق اپتیکی نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند. بین هر کدام از عدسی های شیئی و چشمی مجموعه منشورهای داخلی قرار دارند که نه تنها مسئول کوتاه تر کردن مسیر نورند بلکه همچنین قرار است تصویری راست حاصل کنند. (در دوربین های دوچشمی ارزان قیمت «جلی»، مانند دوربین های مخصوص صحنه ی تئاتر یا دوربین های صحرایی، به جای منشور از عدسی های چشمی منفی برای ایجاد تصویر راست استفاده می شود که حاصل آن میدان دیدی بسیار کوچک و کیفیت بسیار بد تصویر است.)

فاصله ی بین محورهای اپتیکی دو لوله ی دوربین (که به فاصله ی بین دو مردمک<sup>۱</sup> مشهور است) را می توان با چرخاندن لوله ها به دور اتصال نگه دارنده ی بین آن ها برای چشم رصدگران مختلف تنظیم کرد. اگر این فاصله طوری تنظیم نشود که با فاصله ی چشمان شما هماهنگ باشد دو تصویر هم پوشاننده (روی هم افتاده) می بینید. در همین بخش از دوربین پیچ کانونی مرکزی<sup>۲</sup> وجود دارد که کانونی (فکوس) چشمی را هم زمان برای هر دو چشم تغییر می دهد. یک پیچ اضافی کانونی دیوپتر<sup>۳</sup> هم روی بیشتر دوربین ها (معمولاً روی چشمی راست) وجود دارد که هرگونه تفاوت در کانونی دو چشم را جبران می کند. وقتی این تنظیم را انجام دادید برای به دست آوردن تصویری به یک اندازه شفاف در هر دو چشمی فقط لازم است از پیچ کانونی اصلی استفاده کنید. در برخی دوربین های دوچشمی سطح پایین اهرمی برای کانونی کردن سریع وجود دارد؛ که هرچند امکان سریع تر کانونی کردن را به شما می دهد، تنظیمش آن قدر بی ظرافت است که برای کانونی کردن حساس لازم برای مشاهده ی اجرام آسمانی کافی نیست.

در مشخصات دوربین های دوچشمی از دو عدد استفاده می شود. نخستین عدد بزرگنمایی<sup>۴</sup> یا توان (X) و دومی گشودگی دهانه<sup>۵</sup> یا قطر دهانه ی عدسی های شیئی به میلی متر (mm) است. بنابراین، یک دوربین ۷×۵۰ تصویر را ۷ برابر بزرگ می کند و قطر دهانه ی عدسی های شیئی آن ۵۰ میلی متر (یا ۲ اینچ) است. پارامتر مهم دیگر اندازه ی مردمک خروجی<sup>۶</sup> دوربین است که به راحتی با تقسیم

۱- interpupillary distance

۲- central focus

۳- diopter focus

۴- magnification

۵- aperture

۶- exit pupil

گشودگی دهانه بر بزرگنمایی به دست می‌آید. این یعنی دوربین  $7 \times 50$  دسته‌ی نوری تولید می‌کند که با قطر کمی بیش از ۷ میلی‌متر از چشمی خارج می‌شود. (این دسته‌ی نور را می‌توانید با نگاه داشتن دوربین در فاصله‌ی بازوی باز از بدن در نور روز ببینید. دو دایره‌ی نورانی را می‌بینید که مقابل شما ظاهراً در آسمان شناورند.)

مردمک چشم انسان در شرایطی که کاملاً با تاریکی مطلق سازگار شده باشد حدود ۷ میلی‌متر گشاد یا باز می‌شود و بنابراین از نظر تئوری همه‌ی نوری که از دوربین  $7 \times 50$  خارج می‌شود وارد این مردمک می‌شود. (این دوربین همان «دوربین شب»<sup>۱</sup> مشهور نیروی دریایی ایالات متحده است که سال‌ها پیش ارتش آمریکا برای به دست آوردن بهترین دید در شب آن را ساخت.) اما در عمل نه‌تنها قدرت گشاد شدن مردمک با افزایش سن کاهش می‌یابد بلکه آلودگی نوری و/یا هر نوع منبع نورانی محیطی دیگر نیز قابلیت گشودگی مردمک را کاهش می‌دهد. فقط در شرایط ایده‌آل است که می‌توان از تمام نور خارج شده از دوربین  $7 \times 50$  استفاده کرد. بنابراین، انتخابی بهتر برای استفاده‌های نجومی دوربین  $10 \times 50$  است که با بزرگنمایی کمی بیشتر اندازه‌ی مردمک خروجی آن نیز ۵ میلی‌متر است و به این ترتیب به شما امکان می‌دهد جزئیات بیشتری را ببینید.

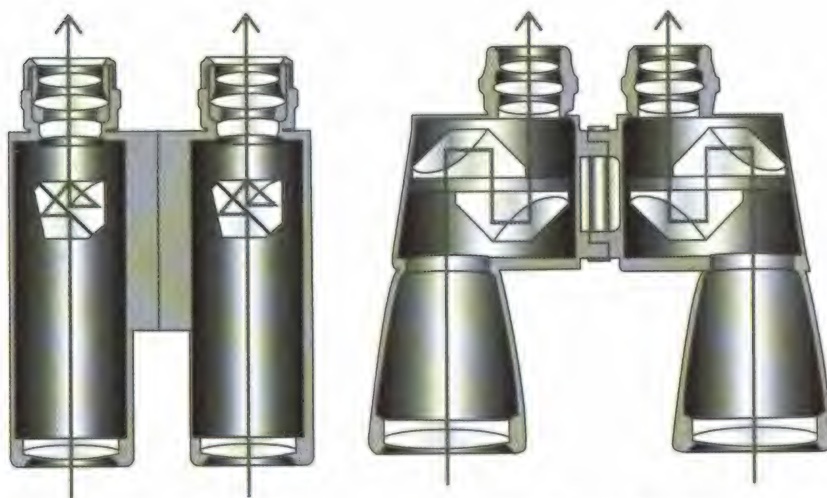
دوربین‌های  $7 \times 35$  یا  $6 \times 30$  نیز خروجی ۵ میلی‌متر دارند اما این دوربین‌های کوچک‌تر قدرت جمع‌آوری نور و توان تفکیک (رزولوشن) کمتری نسبت به دوربین‌های بزرگ‌تر دارند.

ویژگی دیگر دوربین‌های دوچشمی که باید در آن دقت کنید رهایی چشم<sup>۲</sup> است. این عامل عبارت است از فاصله‌ای که لازم است شما چشم‌تان را از چشمی نگه دارید تا میدان دیدی کاملاً روشن ببینید. این فاصله از کمتر از ۱۲ میلی‌متر در برخی مدل‌ها تا بیش از ۲۴ میلی‌متر در دیگر مدل‌ها متغیر است. اگر رهایی زیادی کوتاه باشد شما باید برای داشتن میدان دیدی کامل چشمی را اصطلاحاً «بغل کنید» و اگر زیادی بلند باشد ممکن است نتوانید دوربین را با چشمان‌تان کانونی کنید. مقدار خوب بین ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر است به‌ویژه اگر عینک می‌زنید؛ اگر عینکی هستید کلاً برای شما رهایی چشم بلندتر بهتر از کوتاه‌تر است. البته توجه داشته باشید که اگر عینک را برای تصحیح نزدیک‌بینی یا دوربینی (و نه آستیگماتیسم) می‌زنید می‌توانید اصلاً عینک را بردارید و دوربین را برای چشم خودتان تنظیم کنید. بیشتر دوربین‌های دوچشمی امروز دوچشمی‌های لاستیکی تاشو دارند که به شما امکان می‌دهد در صورت لزوم چشم‌تان را به چشمی نزدیک‌تر کنید؛ این وسیله همچنین مانع تماس مستقیم بین چشم و شیشه‌ی عدسی می‌شود و (بنا به نوع) مانع ورود نورهای پراکنده‌ی مزاحم نیز می‌شود.

درحالی که از دوربین‌های دوچشمی با هر اندازه‌ای می‌توانید برای رصد ستاره‌ها استفاده کنید مدل‌های  $7 \times 50$  و  $10 \times 50$  در میان رصدگران گزینه‌های منتخب‌اند. (بخش مربوط به دوربین‌های دوچشمی غول‌پیکر را در همین فصل ببینید.) افزون بر این، بزرگنمایی  $10 \times$  و گشودگی دهانه‌ی



۵۰ میلی‌متر تقریباً بزرگ‌ترین بزرگنمایی و گشودگی دهانه‌اند که می‌توان به راحتی روی دست نگاه داشت؛ بزرگنمایی‌های بیشتر یا کلاً دوربین‌های بزرگ‌تر احتیاج به نصب روی سه‌پایه دارند تا تصویری ثابت ارایه دهند. (در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که امروز دوربین‌های زوم نیز بسیار در دسترس‌اند. این دوربین‌ها که گستره‌ای از بزرگنمایی را با چرخاندن یک اهرم در دسترس قرار می‌دهند کیفیت تصویر نازل و میدان دیدی دارند که با تغییر بزرگنمایی تغییر می‌کند.) دوربین‌های دوچشمی خوب با اندازه‌های ذکرشده را می‌توانید گاه تا قیمت زیر ۱۰۰ دلار از برخی شرکت‌ها تهیه کنید؛ از جمله، بوشنیل<sup>۱</sup>، سلیسترون<sup>۲</sup>، ایگل اپتیکس<sup>۳</sup>، نیکن<sup>۴</sup>، آپرورک<sup>۵</sup>، آریون<sup>۶</sup>، پنتاکس<sup>۷</sup> و سویفت<sup>۸</sup> (محصولات برخی از این شرکت‌ها را در ایران می‌توانید از فروشگاه آسمان شب [www.telescope.ir](http://www.telescope.ir) - تهیه کنید.) قیمت دوربین‌های دوچشمی مرغوب معمولاً بین ۲ تا ۳ برابر این مقدار است.



دوربین دوچشمی منشور مستقیم

دوربین دوچشمی منشور جانبی

### شکل ۲-۱

مسیر نور در دوربین منشور مستقیم (چپ) و دوربین منشور جانبی (راست). هرچند دوربین دوم نسبت به اولی حجیم‌تر و سنگین‌تر است، برای رصدهای نجومی توصیه می‌شود زیرا کیفیت تصویرش عالی است.

۱- Bushnell

۲- Celestron

۳- Eagle Optics

۴- Nikon

۵- Oberwerk

۶- Orion

۷- Pentax

۸- Swift



## انواع منشور و اندود اپتیکی

دو نوع متداول آرایش منشورها در دوربین‌های باکیفیت امروزی وجود دارد - مدل جدیدتر و فشرده‌تر منشور مستقیم<sup>۱</sup> و مدل قدیمی منشور جانبی<sup>۲</sup>. طرح دوم تصاویری درخشان‌تر، شفاف‌تر، و با تضادی بهتر از مدل اول ارائه می‌دهد اما به قیمت وزن و حجم بیشتر. مدل منشور جانبی همان شکل معروف زیگزآگی را به دوربین می‌دهد درحالی‌که مدل مستقیم ظاهری صاف و مستقیم دارد. به علت‌های متعدد اپتیکی-تصویری مدل منشور جانبی برای استفاده‌ی نجومی ترجیح داده می‌شود.

عامل مهم دیگر در اینجا جنس شیشه‌ای است که منشورها از آن ساخته شده‌اند. در دوربین‌های باکیفیت‌تر از شیشه‌ی BaK-۴ با روکش باریوم<sup>۳</sup> و در دوربین‌های ارزان قیمت‌تر از شیشه‌ی BaK-۷ بوروسیلیکات<sup>۴</sup> استفاده می‌شود. منشورهای BaK-۴ نور بیشتری را از خود عبور می‌دهند و تصاویر درخشان‌تر و شفاف‌تری ایجاد می‌کنند درحالی‌که منشورهای BaK-۷ دچار انحراف نورند و تصاویر کم‌فروغ‌تری ایجاد می‌کنند. اگر نوع شیشه‌ی استفاده شده روی بدنه‌ی دوربین (جایی که اندازه، بزرگنمایی، و میدان دید حک شده) ذکر نشده باشد فهمیدن آن کار ساده‌ای است. دوربین را در نور روز در فاصله‌ی بازوی کشیده از بدن نگه دارید و به دایره‌های نورانی (مردمک خروجی) شناور پشت چشمی نگاه کنید. منشورهای BaK-۴ قرص‌های دایره‌ی کامل و منشورهای BaK-۷ قرص‌های لوزی‌مانند (مربع با گوشه‌های گرد) ایجاد می‌کنند که سایه‌هایی خاکستری نزدیک لبه‌هایشان دیده می‌شوند.

وقتی از نوع منشورها صحبت می‌کنیم باید ذکر می‌کنیم هم از نوع اندود به میان آوریم. شیشه‌ی اندودنشده معمولاً<sup>۵</sup> ۴ درصد نور بازتابیده به آن را از هر سطحش بازتاب می‌دهد. استفاده از اندودهای ضدبازتاب<sup>۶</sup> (معمولاً فلورید منیزیم) بر عدسی‌های شیئی، چشمی، و منشورها موجب افزایش چشمگیر انتقال نور درون دوربین می‌شود. در دوربین‌های ارزان قیمت‌تر معمولاً ذکر می‌شود که دارای «اپتیک اندودشده»<sup>۷</sup> هستند که اغلب به این معناست که فقط سطوح خارجی عدسی‌های شیئی و چشمی اندود شده و سطوح درونی آن‌ها و سطوح منشورها اندود نشده است. شما به آسانی می‌توانید به این موضوع پی ببرید: با نگاه کردن درون عدسی شیئی از بیرون دوربین و توجه به بازتاب نورهای درخشان اطراف یا نور آسمان روز بر سطح شیشه.

بر سطح اپتیک‌های اندودشده معمولاً هاله‌ای آبی-بنفش دیده می‌شود (که اگر اندود زیادی نازک باشد به صورتی و اگر زیادی ضخیم باشد به سبز می‌زند) درحالی‌که شیشه‌های اندودنشده بازتابی سفید (بی‌رنگ) دارند. در دوربین‌های باکیفیت ذکر می‌شود که «اپتیک کاملاً اندودشده»<sup>۸</sup> دارند که یعنی همه‌ی سطوح همه‌ی شیشه‌ها اندود دارند. عبارت «اپتیک کاملاً چندلایه اندودشده»<sup>۸</sup>

۱- roof prism

۲- porro prism

۳- BaK\_4 barium crown glass

۴- BaK\_7 borosilicate glass

۵- antireflection coatings

۶- coated optics

۷- fully coated optics

۸- fully multicoated optics



شکل ۲-۲

این دوربین دوچشمی میدان دید باز  $10 \times 50$  مدل منشور جانبی ابزاری ایده‌آل برای اهداف رصدی است. به عدسی‌های شیشی اندودشده و درپوش آداپتور اتصال سه‌پایه، که روی پُل اتصال‌دهنده‌ی دو لوله‌ی آپتیکی قرار دارد، توجه کنید. دهانه‌های روی ماه، هلال زهره، و چهار قمر گالیله‌ای درخشان مشتری، و نماهایی بی‌نظیر از راه شیری فقط بخشی از شگفتی‌هایی هستند که با چنین دوربینی دیده می‌شوند.

را نیز ممکن است بر دوربین‌های مرغوب ببینید که نشان می‌دهد همه‌ی سطوح همه‌ی شیشه‌ها دارای چندین لایه اندود مختلف‌اند تا بیشتر از پیش از هدر رفتن نور جلوگیری شود. توجه داشته باشید که بازتاب نور از سطح عدسی این دوربین‌ها معمولاً هاله‌ای سبزرنگ است، شبیه آنچه بالاتر درباره‌ی عدسی‌هایی با اندود ضخیم اشاره شد.

## ثابت‌تصویر

یکی از پیشرفت‌های اخیر معرفی‌شده از شرکت مشهور دوربین‌سازی، کانون<sup>۱</sup>، دوربین‌های دوچشمی ثابت‌تصویر<sup>۲</sup> است. هرکس یک‌بار هم از درون دوربین دوچشمی نگاه کند در وهله‌ی نخست درمی‌یابد که ثابت نگه داشتن آن چه کار سختی است. حتی اگر روی صندلی‌ای با پشتی متحرک نشسته و هر دو آرنج را تکیه داده باشید فقط نفس کشیدن هم کافی است تا ثابت تصویر را بر هم

۱- Canon

۲- image-stabilized binoculars

بزند (و حالا فرض کنید استفاده از دوربینی را در قایقی متلاطم روی دریا!). در این دوربین‌ها، که به اختصار «S-I» نامیده می‌شوند، آرایش منشور مستقیم در اصل داخل بدنه‌ی آب‌بندی‌شده‌ی پُر شده از روغن قرار دارد. ریزپردازنده‌هایی درون هر لوله‌ی دوربین هر حرکت رصدگر را آشکار می‌کنند و علامتی تصحیح‌کننده به مجموعه‌ی منشورها می‌فرستند تا این حرکت را جبران کنند و تصویر را ثابت نگه دارند. فعلاً این دوربین‌ها در قطع‌های کوچک (۳۰×۱۰ و ۵۰×۱۸) و نسبتاً گران‌قیمت در دسترس‌اند؛ با قیمت‌هایی که از حدود ۵۰۰ دلار شروع می‌شوند (قیمت تلسکوپ‌ی خوب!). شرکت فوجی‌ن<sup>۱</sup> نیز یک مدل دوربین ثابت‌تصویر به خط تولید گسترده‌ی دوربین‌های گران‌قیمت خود افزوده است. قیمت این دوربین ۴۰×۱۴، که تکنو-استابی<sup>۲</sup> نام دارد، حدود ۱۰۰۰ دلار است. بوشنل و زایس<sup>۳</sup> نیز از جمله دیگر شرکت‌هایی‌اند که در حال معرفی دوربین‌های ثابت‌تصویر به بازارند.

## کوچولوها و غول‌ها

دوربین‌های دوچشمی در گستره‌ی اندازه‌های بسیار متنوعی در دسترس‌اند. در انتهای کوچک این گستره دوربین‌های کوچولو<sup>۴</sup> قرار دارند؛ دوربین‌های منشور مستقیم مینیاتوری که به راحتی در جیب پیراهن شما جای می‌گیرند. روشن است که در اینجا گشودگی دهانه بسیار محدود است (معمولاً ۲۵ میلی‌متر یا کمتر)؛ هرچند آن‌ها عوارض سطح ماه را نشان می‌دهند به هیچ‌وجه برای تماشای دیگر دیدنی‌های کم‌نورتر آسمان مناسب نیستند. در سوی دیگر این گستره دوربین‌های غول‌پیکر<sup>۵</sup> قرار دارند؛ با گشودگی دهانه‌ای تا ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ)! دوربین‌های غول‌پیکر شامل همه‌ی دوربین‌هایی با گشودگی دهانه‌ی بزرگ‌تر از ۶۰ میلی‌مترند. متداول‌ترین و محبوب‌ترین دوربین‌های غول‌پیکر ۸۰ میلی‌متری‌ها هستند که گستره‌ی بزرگنمایی آن‌ها از ۱۰ تا ۳۰ برابر است. قیمت این دوربین‌ها بسیار بیشتر از دوربین‌های معمولی است؛ از حدود ۲۰۰ دلار تا تقریباً ۵۰۰ دلار! البته استثناءهایی هم وجود دارند. مثلاً سلسترون یک مدل ۷۰×۱۵ را به قیمت زیر ۹۰ دلار، و شرکت اُبرورک دوربین‌های ۵۶×۸ و ۵۶×۱۱ خود را (که واقعاً غول‌پیکرند) حدود ۱۰۰ دلار عرضه کرده است. مسئله‌ی مهم وزن هم وجود دارد که معمولاً برای دوربینی ۸۰ میلی‌متری ۲/۵ کیلو یا بیشتر است. به این ترتیب، نگاه داشتن دوربین‌های غول‌پیکر روی دست کاری غیرممکن است و باید آن‌ها را روی سه‌پایه‌ای محکم و ثابت نصب کرد. در همه‌ی دوربین‌ها، نه فقط غول‌پیکرها، تمهیداتی برای نصب بر سه‌پایه اندیشیده شده است. این تمهید معمولاً کلاهی است که در انتهای طرفِ عدسی شیئی روی محور مرکزی تکیه‌گاه قرار دارد و روی جای پیچ استاندارد ۲۰-۱/۴ را پوشانده

۱-Fujinon

۲- Techno-Stabi

۳- Zeiss

۴- mini binoculars

۵- giant binoculars



شکل ۲-۳

دوربین گول‌پیکر ۱۵×۸۰ برای رصدای جدی دوچشمی! توجه داشته باشید که، همان‌طور که اینجا نشان داده شده است، این دوربین‌های گول‌پیکر باید بر سه‌پایه نصب شوند. زیرا بسیار سنگین‌تر از آن‌اند که بتوان با دست ثابت نگاه‌شان داشت. قرص مشتری، شکل تخم‌مرغ‌مانند زحل و حلقه‌هایش، و صدها جرم اعماق آسمان (از جمله کهکشان‌های درخشان) همگی در دیدرس دوربین‌های گول‌پیکرند.

است. به این محل یک گیره‌ی L-شکل یا انگشتی<sup>۱</sup> متصل می‌شود که دوربین را مستقیم به کِلگی سه‌پایه نصب می‌کند. پیش از خریدن هر دوربینی باید دفترچه‌ی ارایه‌شده از سوی تولیدکننده را به‌دقت مطالعه کنید تا بدانید آیا دوربین قابل اتصال به سه‌پایه است یا خیر. در سال‌های اخیر، مقرّهای (مخصوص دوربین دوچشمی) سگ‌دستی پیچیده<sup>۲</sup> یا «مدل-متوازی‌الاضلاع»<sup>۳</sup> در دسترس قرار گرفته‌اند اما ممکن است خود به اندازه‌ی دوربینی گول‌پیکر قیمت داشته باشند!

## تلسکوپ‌های دوچشمی

بزرگ‌ترین دوربین‌های گول‌پیکر تلسکوپ‌های دوچشمی<sup>۴</sup> هستند. این ابزار مرکب در اصل دو تلسکوپ کامل‌اند که موازی و شانه‌به‌شانه‌ی هم قرار گرفته‌اند؛ با اپتیک انتقالی خاصی که تصاویر

۱- L-shaped or «finger» clamp

۲- sophisticated cantilevered mount

۳- parallelogram-style

۴- binocular telescopes





شکل ۲-۴

تلسکوپ دوچشمی ۶ اینچی، چشمی‌ها و ابزارهای هدایت‌گر بین دو انتهای لوله‌ها قرار دارند. تماشای آسمان با دو تلسکوپ ۶ اینچی، هرکدام برای یک چشم، تجربه‌ای است که هرگز فراموش نمی‌کنید.



شکل ۲-۵

تلسکوپ دوچشمی غول‌پیکر ۱۶ اینچی، نماهای این دو بازتابی با این گشودگی دهانه را تا نینتید باور نمی‌کنید. بسیاری از اجرام اعماق آسمان در این دوربین‌ها کاملاً سه‌بعدی در فضا به نظر می‌رسند.

جداگانه‌ی هریک را به حدّ کافی به هم نزدیک می‌کند تا بتوان با هر دو چشم، مانند دوربین‌های متداول، آن را دید. این دوربین-تلسکوپ‌ها نخست در شب‌های رصدی و جمع تلسکوپ‌سازان به صورت ابزارهای غریبی -حاصل کنجکاوی- ظاهر شدند (با ابعادی تا گشودگی بسیار بزرگ ۱۷/۵ اینچ!) اما چند سال پیش شرکت جی.ام.آی.<sup>۱</sup> تعدادی از آن‌ها را با گشودگی‌هایی از ۶ تا ۱۶ اینچ روانه‌ی بازار کرد. همان‌طور که ممکن است انتظار داشته باشید قیمت این ابزار، از آنجا که از دو تلسکوپ تشکیل شده، واقعاً نجومی است! قیمت تلسکوپ دوچشمی ۶ اینچی حدود ۳۰۰۰ دلار و مدل ۱۰ اینچی آن ۵۰۰۰ دلار است؛ اندازه‌های بزرگ‌تر فقط به صورت سفارشی ساخته می‌شوند و قیمت‌هایی به مراتب بالاتر دارند.

اگر به دنبال مرجعی کامل درباره‌ی دوربین‌های دوچشمی هستید بهترین منبع کتاب گردش در عالم از درون دوربین‌های دوچشمی<sup>۲</sup> نوشته فیلیپ هارینگتون<sup>۳</sup> (انتشارات John Wiley, ۱۹۹۰) است.

۱- Jim's Mobile, Inc. (JMI)

۲- Philip Harrington

۳- *Touring the Universe Through Binoculars*



## مقدمات تلسکوپ

### گشودگی دهانه

قطر عدسی شیئی (اصلی) یا آینه‌ی اولیه‌ی تلسکوپ را گشودگی دهانه<sup>۱</sup> تلسکوپ می‌نامند و معمولاً آن را به اینچ (و گاهی به سانتی‌متر)، برای ابزارهای ۴ اینچی یا بزرگ‌تر و به میلی‌متر، برای ابزارهای کوچک‌تر بیان می‌کنند. این مهم‌ترین ویژگی تلسکوپ‌هاست؛ زیرا هرچه مساحت سطح گردآورنده‌ی نور در آن بیشتر باشد تصویری که از اجرام آسمانی می‌سازد درخشان‌تر، شفاف‌تر، و با کنتراست بیشتر خواهد بود. انگیزه‌ی اصلی پشت ساخت تلسکوپ‌های هرچه بزرگ‌تر برای تحقیقات حرفه‌ای (و نیز پشت «انقلاب دابسونی» شگفت‌انگیز که در جامعه‌ی نجوم آماتوری فراگیر شده و در فصل ۵ به آن می‌پردازیم) همین نیاز به گردآوری نور بیشتر - و جمع‌آوری فوتون‌های بیشتر - بود. (بخش توان گردآوری نور را در همین فصل و نیز مبحث شگفت‌انگیز «ارتباط فوتونی» در فصل ۱۲ را ببینید) تلسکوپ‌هایی که امروزه در دسترس رصدگران آماتورند گستره‌ای از شکستی‌های کوچک ۲ و ۳ اینچی تا بازتابی‌های عظیم‌الجثه‌ی ۳۶ اینچی را در بر می‌گیرند و معمول‌ترین تلسکوپ‌ها اندازه‌ای بین ۴ تا ۱۴ اینچ دارند.

### نسبت/فاصله‌ی کانونی

فاصله از عدسی شیئی یا آینه‌ی اولیه‌ی تلسکوپ تا نقطه‌ای که نور گردآوری‌شده در آنجا کانونی می‌شود را به نام فاصله‌ی کانونی<sup>۲</sup> (یا طول کانون) می‌شناسیم. در ابزارهای سطح آماتوری این

<sup>۱</sup> - aperture

<sup>۲</sup> - focal length



شکل ۳-۱

الف و ب. تلسکوپ بالایی شکستی نسبتاً بلند ۹۰ میلی‌متری با فاصله‌ی کانونی  $f/10$  است و تلسکوپ پایینی شکستی ۸۰ میلی‌متری (با قطر کمتر از نیم اینچ کوچک‌تر) با فاصله‌ی کانونی  $f/5$  است که موجب شده است این ابزار بسیار فشرده‌تر باشد.

فاصله را معمولاً به اینچ (و گاه میلی‌متر برای ابزارهای کوچک) بیان می‌کنند. اما در تلسکوپ‌های بزرگ رصدخانه‌ای معمولاً آن را به فوت بیان می‌کنند. نسبت کانونی<sup>۱</sup> (یا نسبت  $f$ ) از حاصل تقسیم فاصله‌ی کانونی بر گشودگی دهانه به دست می‌آید (که هر دو باید به اینچ یا به میلی‌متر اندازه‌گیری شده باشند). پس تلسکوپ ۵ اینچی (۱۲۵ میلی‌متری) با فاصله‌ی کانونی ۵۰ اینچ (یا ۱۲۵۰ میلی‌متر) نسبت کانونی برابر با  $f/10$  دارد. به همین ترتیب، تلسکوپ ۶ اینچی که نسبت کانونی  $f/8$  دارد فاصله‌ی کانونی‌اش ۴۸ اینچ است.

تلسکوپ‌هایی با  $f/5$  یا کمتر را سریع و تلسکوپ‌هایی با  $f/10$  یا بیشتر را کند می‌نامیم. اهمیت این موضوع را در بخش پایینی، بحث توان بزرگنمایی، و در فصل ۷ در بحث میدان دید چشمی‌ها درمی‌یابید. به‌طور کلی، هرچه دستگاه اپتیکی سریع‌تر باشد جمع‌وجورتر خواهد بود و بخش وسیع‌تری از آسمان را پوشش خواهد داد. از سوی دیگر، دامنه‌ی تغییرات سطوح اپتیکی آن، برای شکل‌دهی تصویری با کیفیت یکسان، باید بسیار بالاتر از دستگاه کند باشد.

## توان بزرگنمایی

تلسکوپ‌ها درواقع سه نوع «توان» مختلف دارند که مشهورترین آنها توان بزرگنمایی<sup>۲</sup> است. این کمیت از تقسیم فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی بر چشمی مورد استفاده (هر دو به



شکل ۲-۳

وقتی بزرگنمایی تلسکوپ افزایش می‌یابد، بخش قابل دید آسمان کاهش می‌یابد (به همین سبب بزرگنمایی پایین برای بسیاری از رصدها مناسب‌تر است). آنچه در اینجا می‌بینید سه نما از ماه با بزرگنمایی‌های کم، متوسط، و زیاد است. هرچه تصویر بزرگ‌تر می‌شود بخش کوچک‌تری از جرم در میدان دید جای می‌گیرد.

۱- focal ratio

۲- magnifying power

اینچ یا به میلی‌متر) به دست می‌آید. بنابراین تلسکوپ ۶ اینچی با  $f/8$ ، که فاصله‌ی کانونی برابر با ۴۸ اینچ دارد، وقتی از چشمی با فاصله‌ی کانونی یک اینچ استفاده کند توان بزرگنمایی‌اش ۴۸ برابر می‌شود. به همین ترتیب، تلسکوپ ۵ اینچی با  $f/10$ ، که فاصله‌ی کانونی برابر با ۱۲۵۰ میلی‌متر دارد، وقتی از چشمی ۲۵ میلی‌متر استفاده کند توان بزرگنمایی‌اش ۵۰ برابر می‌شود. با کاهش فاصله‌ی کانونی چشمی مورد استفاده می‌توان توان بزرگنمایی را افزایش داد (زیرا مثلاً ۱۲۵۰ میلی‌متر تقسیم بر ۱۰ میلی‌متر = ۱۲۵ برابر). تلسکوپ‌هایی با فاصله‌ی کانونی‌های بلندتر (یا نسبت کانونی‌های بزرگ‌تر) نسبت به کوتاه‌ترها با یک چشمی خاص بزرگنمایی بیشتری دارند. با فرض وجود اپتیک خوب و شرایط جوی پایدار، حد بالای بزرگنمایی ۵۰ برابر به ازای هر اینچ گشودگی دهانه است. در شرایط نادر، وقتی جو به‌طور خاصی آرام است می‌توان تا ۱۰۰ برابر بزرگنمایی به ازای هر اینچ برای اجرام پرنور، مانند ماه و سیارات و ستاره‌های دوتایی، استفاده کرد.

اما این بزرگنمایی‌های کمتر (۷ تا ۱۰ برابر به ازای هر اینچ گشودگی دهانه) است که معمولاً لذت‌بخش‌ترین نتایج را در هر چشمی به دنبال دارد به این سبب که تصاویر شفاف و میدان دید گسترده و درخشان خواهند بود. (بحث درباره‌ی میدان دید چشمی‌ها را در فصل ۷ ببینید.)

## توان گردآوری نور

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد مهم‌ترین خصوصیت تلسکوپ گشودگی دهانه یا اندازه‌ی آن است. این عامل تعیین‌کننده‌ی توان گردآوری نور<sup>۱</sup> در آن است - یا این که اجرام در آن چقدر پرنور دیده می‌شوند. در اینجا مهم است به این نکته توجه کنیم که وقتی گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ دو برابر شود، توان گردآوری نور در آن دو برابر نمی‌شود بلکه چهار برابر می‌شود زیرا مساحت سطح اپتیکی به نسبت مربع گشودگی دهانه افزایش می‌یابد. پس، تلسکوپ ۸ اینچی چهار برابر تلسکوپ ۴ اینچی توان گردآوری نور دارد. این به آن معناست که با اپتیک‌های بزرگ‌تر اجرامی بسیار کم‌سو را می‌توان دید. مثلاً تلسکوپ ۲ اینچی معمولاً ستاره‌هایی از قدر ۱۰ را نشان می‌دهد در حالی که تلسکوپ ۱۶ اینچی می‌تواند ستاره‌هایی تا قدر ۱۵ - بیش از ۱۰۰ بار کم‌سوتر - را نمایان کند. (جدول حد قدر را در پیوست ۱ ببینید.) بیشتر رصدگران آسمان با تلسکوپ کوچک آغاز می‌کنند؛ اما با دانستن این که تلسکوپ بزرگ‌تر اجرام بیشتری را نشان می‌دهد دچار «تب گشودگی دهانه»<sup>۲</sup> می‌شوند؛ این عطش سیری‌ناپذیر به داشتن تلسکوپ بزرگ‌تر است. البته جایی باید حدی تعریف شود و مثالی هست که می‌گوید، هرچه تلسکوپ کوچک‌تر باشد بیشتر از آن استفاده می‌شود (البته به استثنای تلسکوپ‌هایی که به‌طور دائم نصب شده‌اند). از بین ما، آن‌هایی که بیش از یک تلسکوپ داریم می‌توانیم اعتراف کنیم که این مثل واقعاً حقیقت دارد!

۱- light-gathering power

۲- aperture fever

## توان تفکیک

توانایی تلسکوپ را در نشان دادن جزئیات ریز در تصویری که تشکیل می‌دهد توان تفکیک<sup>۱</sup> آن می‌نامند. این کمیت را معمولاً به شکل مقداری زاویه‌ای با واحد ثانیه‌ی قوس (با علامت ") اعلام می‌کنند. از این ثانیه‌های قوس ۶۰ عدد در هر دقیقه‌ی قوس وجود دارد و هر ۶۰ دقیقه‌ی قوس یک درجه را در آسمان می‌سازند. قرص کامل ماه در فاصله‌ی متوسط خود از زمین نیم درجه، یا ۱۸۰۰ ثانیه‌ی قوس، از آسمان را می‌پوشاند. بنابراین یک ثانیه‌ی قوس واقعاً زاویه‌ای بسیار کوچک است! تعدادی ملاک و معیار تجربی و نظری برای شرح توان تفکیک تلسکوپ وجود دارد که مشهورترین آن‌ها حد داوز<sup>۲</sup> است (جدول تفکیک را در پیوست ۱ ببینید که مقادیر متناظر برای سه تا از این ملاک‌ها را نشان می‌دهد). این معیار بیان می‌دارد که برای این‌که بدانید دو نقطه‌ی نورانی تقریباً هم‌روشنایی (مانند ستاره‌های دوتایی بسیار نزدیک) چند ثانیه‌ی قوس می‌توانند از هم فاصله داشته باشند و همچنان مانند دو نقطه‌ی جدا از هم دیده (تفکیک) شوند عدد ۴/۵۶ را بر مقدار گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ به اینچ تقسیم کنید. بنابراین، تلسکوپ ۳ اینچی توان تفکیکی برابر ۱/۵" و تلسکوپ ۶ اینچی توان تفکیکی برابر ۰/۷۶" خواهد داشت. این یعنی تلسکوپ دوم نسبت به تلسکوپ اول جزئیاتی تقریباً دو برابر ریزتر را تفکیک می‌کند. توجه کنید که توان تفکیک، برخلاف توان گردآوری نور، رابطه‌ای خطی است: با دو برابر شدن اندازه‌ی تلسکوپ توان تفکیک هم دو برابر می‌شود. پس، در تئوری، هرچه تلسکوپ بزرگ‌تر باشد جزئیاتی که در تصویرش می‌بینیم بیشتر می‌شود. هرچند عامل محدودکننده‌ی بزرگ در اینجا ناپایداری جو است. آشفتگی‌های جو (یا آن‌طور که مشهور است: دید<sup>۳</sup>) رسیدن به توان تفکیکی کمتر از ۰/۵" را در بهترین شرایط و کمتر از ۱" را در شرایط دید معمولی مشکل می‌کند - فرقی هم نمی‌کند تلسکوپ‌تان چقدر بزرگ باشد. (اخترشناسان حرفه‌ای امروز برای جبران اثرات دید ضعیف از سیستم آپتیک سازگار<sup>۴</sup> استفاده می‌کنند، اما این فناوری بسیار پیشرفته بسیار فراتر از توانایی‌ها و بودجه‌ی هر منجم آماتور است.)

جالب است به این اشاره کنیم که یک ثانیه‌ی قوس در فاصله‌ی متوسط ماه تقریباً برابر است با ۱/۶ کیلومتر بر سطح آن (قطر ۳۴۷۶ کیلومتری آن برابر است با ۱۸۰۰ ثانیه‌ی قوس). پس تلسکوپ ۴ اینچی می‌تواند دهانه‌ها و عوارضی به قطر ۱/۶ کیلومتر یا همین حدود (و در عوارض خطی مانند شیارها و شکاف‌ها بسیار کوچک‌تر) را بر سطح ماه آشکار کند. علاقه‌مندان به دانستن بیشتر درباره‌ی توان تفکیک تلسکوپ‌ها می‌توانند به کتاب ستاره‌های دوتایی و چندتایی و روش رصد آن‌ها<sup>۵</sup> از نویسنده‌ی همین کتاب (جیمز مالنی<sup>۶</sup>، انتشارات Springer، ۲۰۰۵) مراجعه کنند.

۱- resolving power

۲- Dawes' limit

۳- seeing

۴- adaptive optics

۵- Double and Multiple Stars and How to Observe Them

۶- James Mullaney



## استقرار

دو نوع اصلی استقرار برای تلسکوپ‌ها وجود دارد. ساده‌ترین و سبک‌ترین آن‌ها استقرار سمت-ارتفاعی<sup>۱</sup> است که دو حرکت بسیار طبیعی بالا-پایین (ارتفاع) و گردشی (سمت) را فراهم می‌کند که هنگام نشانه رفتن تلسکوپ به سوی آسمان استفاده از آن‌ها بسیار ساده است. نوع سنگین‌تر و پیچیده‌تر استقرار/استوایی<sup>۲</sup> است که یکی از محورهایش موازی محور چرخش زمین به دور خودش است. به این ترتیب می‌توان با حرکت دادن تلسکوپ حول این محور، با دست یا با موتور ردیاب، حرکت روزانه‌ی اجرام را در چشمی جبران کرد. وزن اضافی این نوع استقرار نسبت به تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی به این سبب است که برای مؤثرتر شدن این حرکات ردیابی باید در کل ابزار تعادل ایجاد کرد. در مدل‌های معمول آلمانی استقرار استوایی، این کار با افزودن وزنه‌هایی انجام می‌شود و در مدل‌های استوایی چنگالی تلسکوپ طوری در میان بازوهای چنگالی قرار می‌گیرد که خودش را به تعادل برساند. مدل دوم همان است که معمولاً در تلسکوپ‌های جمع‌وجور کاتادیوپتริก، که امروز خیلی محبوب شده‌اند، استفاده می‌شود.

در گذشته، با تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی نمی‌شد حرکت زمین را جبران کرد، زیرا تلسکوپ باید هم‌زمان در دو جهت حرکت کند تا این نتیجه حاصل شود. هرچند، امروز با پیشرفت ریزپردازنده‌ها این کار به‌نحوی بسیار مؤثر ممکن شده است. درواقع، تلسکوپ بازتابی مشهور ۴۰۰ اینچی هیل<sup>۳</sup> در پالومار<sup>۴</sup> آخرین تلسکوپ غول‌پیکر حرفه‌ای بود که با استقرار استوایی نصب شد. تمام ابزارهای تحقیقاتی عظیم جهان امروز -از جمله تلسکوپ دوچشمی ۴۰۰ اینچی کک<sup>۵</sup> در هاوایی- تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی کامپیوتری‌اند که بسیار موجب کاهش وزن، اندازه، و هزینه‌ی استقرار آن‌ها و نیز ساختمان رصدخانه‌های میزبان آن‌ها شده است. بازار تلسکوپ نیز خیلی زود از این رویه پیروی کرد و امروز تلسکوپ‌های سمت-ارتفاعی کامپیوتری سبک‌وزن به جای استقرارهای استوایی سنتی در اختیار رصدگران قرار دارند.

هر تلسکوپ (با هر نوع استقرار) که می‌خرید باید برای آزمایش پایداری آن «آزمون ضربه» را انجام دهید. به‌سادگی ابتدا جرمی را در مرکز میدان دید تنظیم کنید، سپس با کف دست باز ضربه‌ای آرام به سر لوله‌ی تلسکوپ بزنید و توجه کنید که چقدر طول می‌کشد تا تصویر دوباره ثابت شود. استقرار خوب و پایدار، تغییرات را در عرض یکی‌دو ثانیه متوقف می‌کند، درحالی‌که در استقرار ضعیف و ناپایدار (مانند شکستی‌های ارزان‌قیمت در فروشگاه‌های نامعتبر) ممکن است تا ۱۰ ثانیه یا بیشتر طول بکشد! توجه داشته باشید که سه‌پایه‌های فلزی معمولاً تغییرات را به‌سرعت

۱- alt-azimuth mounting

۲- equatorial mounting

۳- Hale

۴- Palomar

۵- Keck





شکل ۳-۳

مقرّ سمت-ارتفاعی چنگالی بسیار ثابت و خوش-ساخت با پایه‌های چوبی (که به‌سبب تغییرات حرارتی نسبت به پایه‌های فلزی ترجیح داده می‌شوند).

یا به کارآمدی سه‌پایه‌های چوبی متوقف نمی‌کنند. متأسفانه پیدا کردن سه‌پایه‌های چوبی در بازار امروز مشکل شده است. همچنین، آگاه باشید که در برخی از تلسکوپ‌ها از پلاستیک در عدسی‌ها، یا لوله‌های تلسکوپ و به‌ویژه در مکانیزم کانونی (فکوس) کردن و کِلِگی مقرّ استفاده می‌شود که این دو مورد آخر در هوای سرد، سفت و سخت و حرکات‌شان نیز خشک و خشن می‌شوند.

استفاده‌ی سنتی از پیچ‌های مکانیکی تنظیم نشان‌دهنده‌ی بُعد و میل بر استقرارهای استوایی برای یافتن اجرام آسمانی (که در پی آن‌ها مدل دیجیتالی آمد) به‌سرعت ناپدید شد و جای خود را به سامانه‌های کامپیوتری «Go-To» و سامانه‌ی واقعاً شگفت‌انگیز GPS (سامانه‌ی موقعیت‌یاب جهانی) می‌دهند. این شگفتی‌های فناوری را شرکت‌های سِلِسترون و مید عرضه کردند و موقعیت‌یابی



شکل ۳-۴

نمونه‌ای مدرن از تلسکوپی که بر مقر استوایی آلمانی حجیم نصب شده است؛ یک اشمیت-کاسگرین سلسترون ۱۴ اینچی کاتادیوپتริก. این مقر هم، مانند بیشتر مقرهای پیشرفته‌ی امروزی، به سامانه‌های جرم‌یاب گو-تو و قابلیت‌های ردیابی مجهز است.

هزاران جرم آسمانی را با فشار فقط چند دکمه با قابلیت‌های ردیابی عالی ممکن ساختند. هرچند، برای رصدگران سنتی این ابزارها بیشتر لذت کاوش آسمان را از بین برده‌اند و باعث شده‌اند که کاربران آن‌ها آسمان را به‌واقع نشناسند. رصدگری ماهر با یک نقشه‌ی خوب آسمان با استفاده از روش‌های سنتی و شروع با درخشان‌ترین ستاره و روش «پرش ستاره‌ای» معمولاً در کمتر از ۱۰ ثانیه به جرم هدف مورد نظرش می‌رسد! برای علاقه‌مندانی که دوست دارند از مزایای سامانه‌ی گو-تو بیشتر بدانند، در میان کتاب‌های بسیاری که در دسترس‌اند، می‌توانم به کتاب *چگونه از تلسکوپی کامپیوتری استفاده کنیم*<sup>۱</sup> اثر مایکل کاوینگتون<sup>۲</sup> (انتشارات Cambridge University، ۲۰۰۲) اشاره کنم. در این کتاب به نصب و کار کردن با چنین ابزارهایی از هر دو شرکت سلسترون و مید اشاره شده است.

۱- *How to Use a Computerized Telescope*

۲- Michael Covington



### شکل ۳-۵

تلسکوپ‌های براق و مدرن امروزی با مقرّهای جنگالی با داشتن هم‌زمان مقرّ سمت-ارتفاعی و قابلیت ردیابی «استوایی» در هر دو محور به اضافی هم خطی جی‌پی‌اس و هدفیابی خودکار -به کمک آخرین فناوری‌های کامپیوتری- تسهیلات جالبی را ارائه می‌کنند. در این تصویر مدل ۹۰۲۵ اینچی اشمیت-کاسگرین سلسترون را می‌بینید. نمونه‌ی بانک اطلاعاتی داخلی آن، شامل بیش از ۴۰ هزار جرم آسمانی، معمولاً در چنین ابزارهایی یافت می‌شود.

از دیدگاه من، که رصدگری تفنّنی هستم، هرگز مهم نبوده که هنگام رصد اجرام با تلسکوپی سمت-ارتفاعی (یا یک استوایی بی‌موتور) آن‌ها به آرامی از میدان دیدم بیرون بروند. این نه تنها نمایشی زنده از چرخش سیاره‌ی ما به دست می‌دهد، بلکه مثلاً در شب‌های رصدی عمومی، که مردم برای دیدن اجرام با تلسکوپ صف می‌بنند، باعث می‌شود هر نفر فرصت کوتاهی برای دیدن داشته باشد! و حرکت آهسته‌ی اجرام در میدان دید چشمی -به‌ویژه کم‌نورترها مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها- باعث می‌شود تصویر آن‌ها از مقابل شبکیه‌ی چشم حرکت کند که گاه موجب ظاهر شدن جزئیاتی می‌شود که در غیر آن صورت ممکن بود از دست برود.

در فکر هر اندازه و هر نوع ابزاری که هستید، به یاد داشته باشید که بهترین تلسکوپ برای شما آن است که بیشتر اوقات از آن استفاده کنید. من بر این باورم که با توجه به توان گردآوری نور، توان تفکیک، بزرگنمایی، اثر آشفته‌گی‌های جو، زمان خنک شدن اپتیک، قابلیت حمل و نقل، و هزینه برای اهداف عمومی منجمان آماتور تلسکوپ‌های ۴ تا ۸ اینچی مطلوب‌ترین تلسکوپ‌ها هستند. انتخاب عاقلانه‌ی بسیاری از رصدگران این است که ابزاری کوچک و قابل حمل (معمولاً نخستین خریدشان) و نیز یکی بزرگ‌تر و با قابلیت حمل محدودتر داشته باشند که بهترین نتیجه را به دست آورند. در این حالت تلسکوپی میدان باز (RFT)، مانند آن‌هایی که در فصل ۴ و ۵ معرفی می‌شوند، انتخاب خوبی برای مدل نخست است.

سرانجام این که خوانندگانی که مایل‌اند به منبعی همه‌جانبه و کامل درباره‌ی تلسکوپ‌ها و لوازم جانبی آن‌ها مراجعه کنند باید اثر شگفت‌آور فیلیپ هارینگتون<sup>۱</sup> را با عنوان *لوازم ستاره‌شناسی*<sup>۲</sup> (انتشارات John Wiley, ۲۰۰۲) مطالعه کنند. وجوه تاریخی مربوط به تلسکوپ‌ها تا جای ممکن و به علل مشخص در این کتاب خلاصه شده است اما بی‌شک دانستن درباره‌ی تاریخ شگفت‌آور اختراع آن‌ها بر لذت استفاده از آن‌ها می‌افزاید. شاید معتبرترین در این میان کتاب کلاسیک *تاریخ تلسکوپ*<sup>۳</sup> اثر هنری کینگ<sup>۴</sup> (چاپ مجدد از انتشارات Dover, ۲۰۰۳) باشد. آن‌هایی که به‌ویژه به تاریخ تلسکوپ‌های عتیقه ساخته‌ی استادانی چون خانواده‌ی کلارک، براشیر، فیتز، و دیگران علاقه‌مندند می‌توانند به وبگاه انجمن تلسکوپ‌های عتیقه در ایالات متحده به این نشانی سر بزنند: <http://www.tecs.com/oldscopes>.

۱- Philip Harrington

۳- *The History of the Telescope*

۲- Star Ware

۴- Henry King

## تلسکوپ‌های شکستی

### آکروماتیک

نخستین نوع تلسکوپ‌ها شکستی‌ها<sup>۱</sup> یا تلسکوپ‌های عدسی‌دار بودند. در نمونه‌های ابتدایی از یک عدسی شیئی تک برای جمع‌آوری نور و کانونی کردن آن و از یک چشمی ساده برای بزرگنمایی تصویر استفاده می‌شد. عدسی‌های تکی، به سبب ماهیت‌شان، تعدادی خطای اپتیکی دارند که مهم‌ترین آن‌ها *آبیراهی (خطای) رنگی*<sup>۲</sup> است. این سبب می‌شود که نورهای دارای رنگ‌های متفاوت در نقاط متفاوت کانونی شوند که موجب شکل‌گیری هاله‌های نورانی به دور ماه، سیارات، و ستاره‌های درخشان می‌شود که کیفیت تصویر را تنزل می‌دهد. خطای دیگر *آبیراهی کروی*<sup>۳</sup> است -یعنی ناتوانی یک عدسی تک برای کانونی کردن همه‌ی پرتوهای نور در یک نقطه. هرچه فاصله‌ی کانونی افزایش می‌یابد این خطاها میل به کاهش دارند. تلسکوپ‌ها، برای سود بردن از این مزیت، روزبه‌روز بلندتر شدند تا جایی که به ابعادی بسیار عظیم، حتی تا بیش از ۶۰ متر در یک مورد، رسیدند! (گالیله کشف‌های تاریخی خود را با استفاده از تلسکوپ‌های شکستی کوچک ابتدایی انجام داد. او، که برخلاف تصور عمومی، مخترع تلسکوپ نبود، نخستین کسی بود که از تلسکوپ برای رصد اجرام آسمانی استفاده و آنچه را دید منتشر کرد).

سرانجام کشف شد که می‌توان *آبیراهی رنگی* را با ترکیب دو نوع مختلف شیشه در عدسی شیئی به میزان قابل توجهی کاهش داد و همین منجر به ابداع تلسکوپ شکستی *آکروماتیک*<sup>۴</sup> به دست چستر هال<sup>۵</sup> و جان دالند<sup>۶</sup>، به‌طور جداگانه، شد. این شکل تا به‌امروز نیز کاربرد داشته است؛

۱- refracting

۲- chromatic aberration

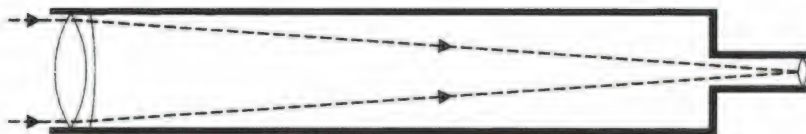
۳- spherical aberration

۴- achromatic refractor

۵- Chester Hall

۶- John Dolland





شکل ۴-۱

ساختار اپتیکی و مسیر نور در تلسکوپ شکستی آکروماتیک کلاسیک که دارای عدسی شیئی دو-جزئی است. (شکستی‌های آکروماتیک، که عدسی شیئی‌شان از سه عدسی یا بیشتر تشکیل شده، نیز امروز در میان منجمان آماتور طرفدار بسیاری دارند و در بخش بعدی درباره‌ی آن‌ها بحث خواهد شد.)

همه‌ی تلسکوپ‌های شکستی در بزرگ‌ترین رصدخانه‌های جهان (بزرگ‌ترین آن‌ها تلسکوپ ۴۰ اینچی کلارک در رصدخانه‌ی پرکز<sup>۱</sup>) و نیز بیشتر ابزارهای در دسترس منجمان آماتور آکرومات‌های ابتدایی‌اند.

مشهورترین تلسکوپ در رده‌ی اخیر، تلسکوپ معروف شکستی «تو پوینت فور»<sup>۲</sup> یا ۲/۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) است که بیشتر رصدگران آسمان، طی سالیان، کاوش‌های آسمانی خود را با آن آغاز کرده‌اند. این تلسکوپ‌ها (که در برخی کشورها به تلسکوپ‌های سوپرمارکتی معروف‌اند، زیرا آن‌ها را می‌توان از هر جایی خرید!) معمولاً از آسیای شرقی وارد می‌شوند و عموماً کیفیت اپتیک‌شان از خوب تا ملالت‌بار تغییر می‌کند و دوربین‌های جوینده‌شان به درد نمی‌خورد و پایه‌های‌شان لرزان است. اما استثناءهایی نیز وجود دارند؛ شکستی‌های یونیترون، که از نظر اپتیکی و مکانیکی برترند و در فصل یک به آن‌ها اشاره کردیم، همچنان در ژاپن ساخته می‌شوند. خواننده‌ای که در اندیشه‌ی خرید نخستین تلسکوپ خود است می‌تواند یک اسکای واچر ۷۰ تا ۸۰ میلی‌متری خوب پیدا کند؛ برای رصد «حاضر و آماده‌ی» آسمان با کمترین هزینه چیزی بهتر از آن نیست. در میان دیگر شرکت‌ها در بازار جهانی، سیلسترون، ادموند<sup>۳</sup>، مید، و اوربون مدل‌های ابتدایی ارزان‌قیمت شکستی‌های ۶۰ تا ۹۰ میلی‌متری را با قیمت‌های ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار عرضه می‌کنند. و خوشبختانه بیشتر شرکت‌ها عاقبت از چشمی‌های کوچک‌تر از ۱/۲۵ اینچی، که معمولاً بر این تلسکوپ‌های ارزان‌قیمت قدیم سوار بودند، به چشمی‌های اندازه‌ی استاندارد آمریکایی با اپتیک مرغوب روی آورده‌اند (بخش چشمی‌ها را در فصل ۷ ببینید). شکستی‌های آکروماتیک باکیفیت با اندازه‌های ۴ تا ۷ اینچی را شرکت‌هایی مانند ویلیام اپتیکس، بُرگ، اسکای واچر، گوئو، هلیوس، گُنوس، مید، مورنگان،

۱- Yerkes

۳- Edmund

۲- two point four



شکل ۲-۴

این مدل تلسکوپ شکستی آکروماتیک ۷۰ میلی متری استارسیکر شرکت اوربون نمونه‌ی معمول تلسکوپ‌های کوچک در بازار است که به فناوری جرم‌یابی گو-تو (به کنترل‌گر دستی توجه کنید) مجهزند و قیمتی بسیار مناسب دارند.

اوربون، پاسیفیک تلسکوپ، استیلاروو، یونیترون، ویکسن، زایس<sup>۱</sup> و دیگران در رده‌ی قیمت‌هایی از نیم میلیون تومان به بالا عرضه می‌کنند.

شاید بدانید که شکستی‌ها بالاترین کیفیت (واضح‌ترین تصویر) و کنتراست را در واحد گشودگی دهانه در میان همه‌ی انواع تلسکوپ‌ها دارند. این به آن سبب است که نور مسیری بی‌مانع را در این تلسکوپ طی می‌کند (یعنی، برخلاف تلسکوپ‌های بازتابی و ترکیبی هیچ آینه‌ی ثانویه‌ی تضعیف‌کننده‌ی تصویری سر راه نور نیست). آن‌ها همچنین تصویر بسیار ثابتی دارند که به سبب طراحی بسته‌ی لوله‌ی تلسکوپ (که جریان‌های حرارتی داخل مسیر نور را کاهش می‌دهد) و زمان سریع خنک‌شدگی، به سبب نازکی بخش‌های عدسی شیئی، است. همین عوامل باعث شده که این ابزار طی سالیان بهترین انتخاب برای بررسی‌های دقیق و واضح خورشید، ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی نزدیک باشد.

1- William Optics, Borg, Sky Wathcher, Goto, Helios, Konus, Meade, Murnaghan, Orion, Pacific Telescope, Stellarvue, Unitron, Vixen, Zeiss

در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که هر نوع تلسکوپ شکستی که در نهایت انتخاب کردید مطمئن شوید که تلسکوپ دارای ابزار متوقف‌کننده‌ی خیرگی<sup>۱</sup> درونی باشد. این ابزار شامل حلقه‌های سیاه تخت هم‌مرکز است که روی هر کدام یک سری شکاف‌های مُدَرَج وجود دارند و بزرگ‌ترین این حلقه‌ها نزدیک انتهای جلویی لوله‌ی تلسکوپ و به ترتیب کوچک‌ترها نزدیک چشمی تلسکوپ قرار دارند و درست با مخروط هم‌گرای نور، که عدسی شیئی آن را شکل می‌دهد، هماهنگ‌اند. هدف آن‌ها منع نور ستاره از ورود به تلسکوپ و رسیدن به چشمی است. شکستی‌های ابتدایی کم‌هزینه معمولاً دو یا سه متوقف‌کننده‌ی خیرگی دارند درحالی‌که تلسکوپ‌های مرغوب‌تر ممکن است تا ۵ عدد یا بیشتر داشته باشند. می‌توانید با نگاه کردن به درون لوله‌ی تلسکوپ از سمت عدسی شیئی آن و کج کردن آن تا جایی که بتوانید مسیر نور را ببینید تعداد این ابزار را در تلسکوپ خودتان بشمارید.



شکل ۴-۳

تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۱ میلی‌متری تِلِه‌وو، که در اینجا می‌بینید، به یک چُپتی آینه‌ای و یک چشمی نگار مجهز است. این یکی از بهترین تلسکوپ‌های شکستی است که تا به حال ساخته شده که همه‌ی انواع ابیراهی‌های اپتیکی ممکن را به بهترین نحو تصحیح می‌کند. این دستگاه‌ها، با رنگ‌های به‌شدت تصحیح‌شده با نسبت‌های کانونی کوتاه، بیشتر در اندازه‌های زیر ۶ اینچ در دسترس است و معمولاً بسیار بیشتر از شکستی‌های عادی قیمت دارد.

## آپوکروماتیک

تلسکوپ‌های شکستی آکروماتیک سنتی، پس از بیش از دو قرن استفاده‌ی گسترده، حالا جای خود را به مدلی پیشرفته‌تر، به نام شکستی‌های آپوکروماتیک<sup>۲</sup>، می‌دهند. پیشرفتی نسبتاً تازه در این عرصه که در آن از پیشرفته‌ترین شیشه‌ها و طراحی‌های کامپیوتری استفاده می‌شود؛ مانند ابزارهایی با تصحیح عالی انواع ابیراهی، از جمله رنگی، که با استفاده از سه عدسی (و گاهی حتی بیشتر) در ساخت عدسی شیئی آن به جای دو عدسی سنتی حاصل می‌شود. همچنین تعدادی تلسکوپ نیمه-

۱- glare stop

۲- Apochromatic refractor

آپوکروماتیک دوتایی<sup>۱</sup> نیز در بازار موجودند؛ در این ابزار ترکیبی، از شیشه‌های پیچیده‌ای از جنس خاک کمیاب<sup>۲</sup> و طراحی‌های پیچیده‌ی اپتیکی استفاده شده تا به عملکرد سه‌عنصری دست پیدا شود. و درحالی‌که آکرومات‌های سنتی با فواصل کانونی حدود  $f/11$  تا  $f/15$  یا بیشتر کار می‌کنند تا ابیراهی‌ها را کنترل کنند (که موجب زیادی بزرگ و حجیم شدن آن‌ها می‌شود) آپوکرومات‌ها عموماً در فواصل کانونی  $f/4$  تا  $f/6$  (و برخی تا  $f/9$ ) کار می‌کنند. نتیجه تلسکوپ‌هایی بسیار جمع‌وجور و



شکل ۴-۴

مدل شکستی نیمه‌آپوکروماتیک ۸۰ میلی‌متری میدان‌باز اکسپرس اوریون نماهای باز و روشنی از آسمان ارایه می‌کند. این مدل نیز، مانند بسیاری از شکستی‌های مرغوب امروز، هم به‌صورت لوله‌ی تنه‌ای تلسکوپ در دسترس است و هم به‌صورت کامل با پایه و مقر (همان‌طور که در شکل می‌بینید).

بسیار قابل حمل و نقل است. اما این برتری عملکرد و قابلیت حمل عالی موجب بالا رفتن قیمت شده است؛ قیمت شکستی‌های آپوکروماتیک معمولاً از حدود نیم میلیون تومان، فقط برای خود تلسکوپ، شروع می‌شود و تا چند میلیون تومان برای یک تلسکوپ کامل ۴ تا ۷ اینچی بالا می‌رود. از شرکت‌های سازنده‌ی این ابزارهای برتر اپتیکی می‌توان به آستروفیزیکس، مید، استلاروو، تاکاهاشی، تله‌وو، و ویلیام اپتیکس اشاره کرد.

## میدان باز

بر طبق تعریف فنی، تلسکوپ میدان باز<sup>۱</sup> (یا RFT؛ آن‌طور که گاه به آن اشاره می‌شود) تلسکوپی است که با توجه به گشودگی دهانه‌اش بزرگ‌ترین میدان دید ممکن را ارائه می‌دهد. این اتفاق در بزرگنمایی ۴ برابر به ازای هر اینچ از گشودگی دهانه (یعنی ۱۶ برابر برای تلسکوپ ۴ اینچی) رخ می‌دهد. به سبب فاصله‌ی کانونی نسبتاً بلند در تلسکوپ‌های غیر RFT بیشترین میدان دید آن‌ها فقط یک درجه یا همین حدود (یا دو قرص ماه در آسمان) است - حتی وقتی با کمترین توان ممکن از آن‌ها استفاده شود. اما تلسکوپ‌های RFT، با فاصله‌ی کانونی کوتاه‌شان، که معمولاً  $f/4$  تا  $f/5$  است، به سادگی به بزرگنمایی کم و در نتیجه به میدان دید وسیع ۳ تا ۴ درجه‌ای می‌رسند. کاوش آسمان - به ویژه ابرهای ستاره‌ای غنی در راه شیری - با یکی از این جواهرات واقعاً تجربه‌ی مهیجی است! این تلسکوپ‌ها همچنین برای رصد مقارنه‌ی سیارات، خوشه‌های ستاره‌ای بزرگ مانند خوشه‌ی پروین (M۴۵)، و گرفت‌های ماه و خورشید (البته با فیلترهای مخصوص) نیز مناسب‌اند. آن‌ها همچنین نماهای واقعاً هیجان‌انگیزی با بزرگنمایی کم از خود ماه ارائه می‌دهند - به ویژه وقتی که از مقابل اجرام دیگر می‌گذرد (اختفا) و به صورتی سه‌بعدی در فضا دیده می‌شود.

شکستی‌های آکروماتیک کوتاه - کانون با گشودگی‌های دهانه‌ی ۳ تا ۶ اینچی از شرکت‌های اسکای‌واچر، بُرگ، سلسترون، هلیوس، کنوس، مید، اوریون (یکی از محبوب‌ترین RFT‌ها مدل لوله کوتاه<sup>۲</sup> ۸۰ میلی‌متری کوچک  $f/5$  با قیمت حدود ۲۰۰ هزار تومان بدون پایه است). بسیاری از شکستی‌های آپوکروماتیک کوتاه‌تر، که از سوی همین شرکت‌ها و نیز شرکت‌های دیگری مانند آستروفیزیکس، تاکاهاشی، تی.بی.ام، تله‌وو، و ویلیام اپتیکس ارائه می‌شوند، نیز تلسکوپ‌هایی برتر با میدان بازند - اما با قیمت‌هایی چند میلیون تومانی. بسیاری از RFT‌ها، مانند لوله کوتاه‌ها، بدون پایه عرضه می‌شوند. آکرومات‌ها معمولاً سبک‌وزن‌اند و دست‌کم اندازه‌های کوچک‌ترشان را می‌توان روی سه پایه‌ی عکاسی نیز نصب کرد، درحالی‌که آپوکرومات‌ها معمولاً سنگین‌ترند و به یک پایه‌ی تلسکوپ واقعی نیاز دارند. (بحث درباره‌ی تلسکوپ‌های بازتابی میدان باز را در فصل ۵ ببینید.





شکل ۴-۵

تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک  
۱۰۰ میلی‌متری (۴ اینچی)  
ایسکای پرو اوریون سوار بر مقر  
استوایی آلمانی متداول. این  
تلسکوپ با نسبت کانونی  $f/9$  یکی  
از بلندترین فاصله‌های کانونی را در  
میان آپوهای موجود در بازار دارد  
و به این ترتیب ابزاری عالی برای  
رصدهای ماه و سیارات است.

## بلند-کانون

در سوی دیگر نسبت به تلسکوپ‌های دارای میدان باز، شکستی‌های بلند-کانون<sup>۱</sup> وجود دارند. این‌ها

<sup>۱</sup> long-focus refractors

تلسکوپ‌های آگروماتیک ابتدایی‌اند، اما فواصل کانونی از  $f/14$  تا  $f/20$  و گاهی حتی بلندتر دارند. این منجر به تصاویری بسیار بزرگ و بزرگنمایی بالا می‌شود. این ابزارها برای رصد‌های باکیفیت خورشید، ماه، و سیارات و نیز برای تفکیک ستاره‌ها در منظومه‌های دوتایی یا چندتایی نزدیک واقعاً برترند. وقتی جو پایدار باشد نمای آسمان از درون آن‌ها بسیار دلپسند است؛ (بهترین تصاویری که من تا به حال با تلسکوپ دیده‌ام با تلسکوپ تاریخی ۱۳ اینچی فیتز-کلارک  $f/14$  در رصدخانهی آلگنی<sup>۱</sup> در پیتزبورگ، پنسیلوانیا بوده است. در سال ۱۸۷۰، ساموئل پیرپانت لنگلی<sup>۲</sup> با این تلسکوپ جزییاتی را در لکه‌های خورشیدی دید و ثبت کرد که امکان تأیید آن وجود نداشت تا این که حدود یک قرن بعد تلسکوپ‌های سوار بر بالن به پوش‌کره‌ی جو پرواز و از آن‌ها عکاسی کردند!)

متأسفانه، این نماها معایب چندی دارند. فواصل کانونی بلند و بزرگنمایی‌های زیاد به همان نسبت میدان دیدهای محدود -عموماً بسیار کمتر از یک درجه، حتی با استفاده از چشمی‌های میدان دید باز- با خود به همراه دارند. مهم‌تر این که این ابزارهای بلند ممکن است نسبتاً بزرگ و سنگین شوند و احتیاج به پایه‌ای محکم (و ساختارهای بزرگ‌تر، در صورت نصب در نوعی رصدخانه) داشته باشند. همچنین، با گرایش بیشتر این روزها به سوی شکستی‌های کوتاه‌تر و قابل حمل‌تر منابعی برای تهیه‌ی چنین تلسکوپ‌هایی نسبتاً محدودند. نمونه‌ای سنتی در بازار جهانی یونیترون است که یک شکستی آگروماتیک ۴ اینچی  $f/15$  را با قیمتی بالای ۱۰۰۰ دلار عرضه می‌کند. دیگری مدل دی‌اندجی آپتیکال<sup>۳</sup> است که تلسکوپ‌های ۵ تا ۱۰ اینچی  $f/10$  را به‌طور سفارشی می‌سازد که البته در مدل‌های بزرگ‌تر قیمت به چند هزار دلار می‌رسد. تلسکوپ‌هایی با نسبت‌های کانونی بلندتر (که برای رصد‌های باکیفیت ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی ایده‌آل‌اند) نیز باید سفارشی ساخته شوند که بی‌شک نسبت به تولید انبوه محصولات هزینه‌های بالاتری دارد. یک راه حل برای لوله‌های بلند این شکستی‌ها فشرده کردن سیستم آپتیکی به نصف یا حتی یک‌سوم اندازه‌ی اصلی است. این کار با کمی کج کردن عدسی شیئی و استفاده از یک یا چند آینه‌ی تخت برای تا زدن مسیر نور انجام می‌شود. درحالی که بسیاری از سازندگان تلسکوپ‌های آماتوری شکستی‌های بلند-کانون تا شده ساخته‌اند، تا به حال هیچ نمونه‌ی تجاری از این مدل ساخته نشده است - یا دست‌کم زیاد در بازار باقی نمانده است! (تلسکوپ شکستی فرابند-کانون ۲۴ اینچی در رصدخانه‌ی مشهور پیک‌دومیدی<sup>۴</sup> فرانسه نمونه‌ای چشمگیر از تلسکوپی حرفه‌ای است که مسیر نور در آن تا شده است.)

در اینجا باید به این اشاره کنم که با استفاده از عدسی بارلو ۲ یا ۳ برابر (که در اصل فاصله‌ی کانونی موجود را دو یا سه برابر می‌کند -فصل ۷ را ببینید) تلسکوپی با نسبت کانونی متوسط یا حتی کوتاه را می‌توان به تلسکوپی بلند تبدیل کرد. هرچند، کیفیت تصویر هرگز مانند تصویر تلسکوپ بلند-کانون واقعی (که به سبب تعدادی از عوامل آپتیکی ظریف است) نمی‌شود.

۱- Allegheny

۲- Samuel Pierpont Langley

۳- D&amp;G Optical

۴- Pic du Midi

## تلسکوپ خورشیدی

تقریباً از بیشتر تلسکوپ‌ها -به‌ویژه شکستی‌ها- می‌توان برای تماشای خورشید استفاده کرد به شرطی که به‌خوبی به فیلتر خورشیدی مناسبی - روی تمام دهانه یا بخشی از آن در قسمت عدسی شیئی - مجهز شده باشد (هرگز فیلتر را روی چشمی سوار نکنید!). اما نوع خاصی از تلسکوپ شکستی وجود دارد که مخصوص رصد خورشید ساخته شده است. این ابزار، نه تنها به‌خوبی تصویر خورشید را فیلتر می‌کند بلکه، از درون به فیلترهای باریک‌گذر<sup>۱</sup> مجهز است که برای طول‌موج‌های هیدروژن - آلفا تنظیم شده‌اند. به این ترتیب می‌توان به لایه‌های عمیق‌تر جو آشفته‌ی خورشید نگاهی انداخت و نیز رقص دلپذیر زبانه‌ها را به‌طور هم‌زمان بر لبه‌ی آن رصد کرد. منبع اصلی برای این ابزار شرکت کرونادو است که چند سال پیش در میان موجی از تحسین خط تولید تلسکوپ خورشیدی شخصی<sup>۲</sup> (PST) را راه انداخت که قطر دهانه‌اش از ۴۰ تا ۱۴۰ میلی‌متر بود. با این ابزارهای عالی می‌توان نماهایی شگفت‌انگیز از نزدیک‌ترین ستاره، یعنی خورشید، دید. قیمت تلسکوپ ۴۰ میلی‌متری کمتر از یک میلیون تومان است. همچنین اکنون نمونه‌ای از این ابزار حساس به نور کلسیم نیز وجود دارد. (کرونادو همچنین دوربین‌های دوچشمی باینوماйт<sup>۳</sup> ۱۰×۲۵ و ۱۲×۶۰ فیلتردار مخصوص رصد خورشید در نور سفید با دو چشم را نیز عرضه کرده است.)

۱- narrow-bandpass

۳- BinoMite

۲- Personal Solar Telescope



## تلسکوپ‌های بازتابی

### نیوتنی

خطاهای رنگی شدید در نمونه‌های نخستین تلسکوپ‌های شکستی خیلی زود منجر به ابداع تلسکوپ بازتابی نیوتنی<sup>۱</sup> به دست سر ایزاک نیوتن<sup>۲</sup> شد. در این مدل از یک آینه‌ی اصلی سهموی (یا کروی) مقعر برای جمع‌آوری نور و رساندن آن به نقطه‌ی کانون استفاده می‌شود. از آنجایی که نور هرگز از آینه‌ی شیشه‌ای عبور نمی‌کند و فقط از سطح آن بازتاب می‌شود، تصویر هیچ رنگ کاذبی ندارد. مخروط هم‌گراشده‌ی نور، که از آینه‌ی اصلی در ته لوله‌ی تلسکوپ بازتاب می‌شود، پیش از خروج از سر دیگر لوله به کمک یک آینه‌ی تخت کوچک (یا آینه‌ی چُپقی) ۹۰ درجه از مسیر مستقیم منحرف می‌شود و سپس از کنار لوله‌ی تلسکوپ، جایی که کانونی می‌شود، خارج می‌شود. همه‌ی تلسکوپ‌های رصدخانه‌های بزرگ جهان امروزه یکی از انواع بازتابی‌ها هستند؛ از جمله، تلسکوپ افسانه‌ای ۲۰۰ اینچی هیل در پالومار و دوقلوهای ۴۰۰ اینچی کِک در هاوایی (و تلسکوپ فضایی مشهور هابل). یکی از علت‌ها این است که می‌توان آینه‌های عظیم آن‌ها را از عقب پشتیبانی کرد (به جای پشتیبانی از لبه‌ها که در عدسی‌های تلسکوپ‌های شکستی انجام می‌شود). همچنین به این سبب که لازم نیست خود شیشه کیفیت «اپتیکی» داشته باشد زیرا نور صرفاً از سطح صیقلی و اندودشده‌ی آن بازتاب می‌شود و از خود شیشه عبور نمی‌کند (برخلاف شرایط در تلسکوپ شکستی). بازتابی‌ها مشکل آبراهی رنگی ندارند، اما مشکل دیگری دارند به نام خطای گیسو (یا گِما<sup>۳</sup>) - کشیدگی دنباله‌مانند تصاویر که هرچه از مرکز میدان دید به سوی لبه‌ها حرکت می‌کنیم بیشتر

۱- Newtonian reflector

۳- coma

۲- Sir Isaac Newton

متوجه آن می‌شویم. فواصل کانونی در تلسکوپ‌های بازتابی از  $f/4$  (و گاه حتی تا  $f/1$  برای برخی ابزارهای حرفه‌ای برای کوتاه‌تر شدن اندازه‌ی آن) تا  $f/8$  یا  $f/10$ ، در تلسکوپ‌های آماتوری، تغییر می‌کند. هرچه فاصله‌ی کانونی کوتاه‌تر باشد خطای گیسو بدتر می‌شود.



شکل ۵-۱

ساختار اپتیکی و مسیر نور در تلسکوپ بازتابی نیوتنی کلاسیک. آینه‌ی سهموی اصلی نور را به سوی آینه‌ی تخت ثانویه کوچکی بازتاب می‌کند که آن هم نور را به نقطه‌ی کانون در کناره‌ی لوله‌ی تلسکوپ هدایت می‌کند. بیشتر تلسکوپ‌های بزرگ تحقیقاتی دنیا انواع متعدد بازتابی‌ها هستند.

در فواصل کانونی بلندتر در میدان دید معمول یک درجه‌ای چشمی به‌سختی می‌توان خطای گیسو را تشخیص داد. همچنین، به‌سبب نقص اپتیکی دیگری به نام ابیراهی کروی (که در فصل ۴ در موضوع نخستین شکستی‌ها شرح داده شد)، سطح بسیار منحنی آینه‌ی اولیه‌ی کوتاه-کانون باید به سهمی تبدیل شود تا تمام پرتوهای نور بازتاب‌شده در یک نقطه‌ی مشترک کانونی شوند. اما هرچه فاصله‌ی کانونی بلندتر و انحنا‌ی آینه کمتر می‌شود، تشخیص تفاوت میان سهمی و کره دشوارتر می‌شود. پس شاید، گاهی، آینه کروی (سطحی اپتیکی که ساخت آن بسیار ساده است) باقی بماند اما عملکردی مشابه آینه‌ای سهموی داشته باشد. معمولاً به‌صورت قانون بیان می‌شود که فاصله‌ی کانونی باید  $f/10$  باشد تا این اتفاق بیفتد. اما عدد واقعی بستگی به گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ دارد و افزایش نیز می‌یابد. براساس نظریه‌های اپتیکی برای تلسکوپ  $4/5$  اینچی فاصله‌ی کانونی باید کمتر از  $f/8$  و برای تلسکوپ ۸ اینچی کمتر از  $f/9$  و برای تلسکوپ ۱۰ اینچی کمتر از  $f/10$  باشد. معمولاً بحث‌های بسیاری بر سر دقت سطحی آینه‌های تلسکوپی وجود دارد. برای پاسخ قانع‌کننده به مقیاس مشهور ریلی<sup>۱</sup> درباره‌ی عملکرد با دقت تا حد پراش<sup>۲</sup> (نقطه‌ای که در آن کیفیت تصویر به‌سبب ماهیت موجی نور، و نه کیفیت اپتیکی، محدود می‌شود) خطای نخستین جزء اپتیکی بر سر راه نور<sup>۳</sup> باید  $1/4$  اندازه‌ی طول موج نور یا کمتر باشد. از آنجایی که نور نخست وارد سطح آینه

۱- Rayleigh

۳- wavefront

۲- diffraction-limited performance



و سپس از آن خارج می‌شود، خطاهای سطح تشدید می‌یابد - یعنی دقت خود دستگاه اپتیکی باید دست‌کم تا  $1/8$  اندازه‌ی طول‌موج تنظیم شود تا در کانون دقت به  $1/4$  اندازه‌ی طول‌موج برسد. به‌ندرت به دقت طول‌موج در شکستی‌ها اشاره می‌شود. در تلسکوپ‌های آکرومات (با عدسی ترکیبی دو جزء) چهار سطح - جلو و عقب هر جزء - و در آپوکرومات‌های معمول (با عدسی ترکیبی سه جزء) شش سطح وجود دارند و نور از هر سطح فقط یک بار می‌گذرد. خطاهای سطحی، که بر بخش‌های مختلف ایجاد می‌شوند، ظاهراً بیش از این که با هم ترکیب شوند یکدیگر را خنثی می‌کنند. در نتیجه، عدسی‌ای که دقت سطحش تا  $1/4$  اندازه‌ی طول‌موج تنظیم شده باشد همچنان، از نظر خطاهای مجاز کلی برای نخستین جزء اپتیکی سر راه نور، با مقیاس ریلی همخوانی دارد.



#### شکل ۵-۲

تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۶ اینچی کلاسیک آستروویو اوریون را می‌بینید که بر مقر استوایی آلمانی سوار شده است. فاصله‌ی کانونی سنی برای تلسکوپ ۶ اینچی، که مدت‌ها هم مورد پسند تلسکوپ‌سازان و رصدگران بود (و هنوز هم برای برخی هست)،  $f/8$  بود. اما در تلاش برای جمع‌وجورتر و قابل حمل‌تر کردن تلسکوپ‌ها ابزارهایی با فاصله‌ی کانونی کوتاه‌تر در بازار امروز پدیدار شده‌اند؛ مانند همین ابزار که دستگاهی با  $f/5$  است.

تلسکوپ‌های بازتابی ارزان قیمت را تعدادی از کارخانه‌ها در اندازه‌های ۳، ۴، و ۴/۵ اینچی با قیمت‌هایی از ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار تومان تولید می‌کنند. در این میان می‌توان به شرکت‌های اسکای واچر، سلسترون، گُنوس، آریون، و پاسیفیک تلسکوپ اشاره کرد. در برخی از آن‌ها آینه‌ی اصلی کروی و در برخی دیگر سَهْمَوی است و هر دو مدل تصاویر مطبوعی از ماه، سیارات، و اجرام درخشان‌تر اعماق آسمان ارایه می‌دهند. متأسفانه، آن‌ها معمولاً استقرارهای مناسبی ندارند که ممکن است برای مبتدیان آزاردهنده باشد. مانند تلسکوپ‌های شکستی، برای رصد‌های عادی با بازتابی‌ها هم پایه‌های ساده و سبک‌وزن سمت-ارتفاعی بر پایه‌های سنگین‌وزن و عموماً دست‌وپاگیر استوایی ترجیح دارند. یکی از تلسکوپ‌های بازتابی مبتدی در خور توجه، که از مجلات نجومی معتبر جهانی نقدهای خوبی گرفته، مدل استاربلست<sup>۱</sup> ۴/۵ اینچی آریون یا دایسونی ۱۳۰ اسکای واچر است که در حال حاضر در بازار جهانی با قیمت کمتر از ۲۰۰ دلار فروخته می‌شوند. این تلسکوپ‌ها پایه‌ی دایسونی رومیزی دارند که استفاده از آن بسیار ساده است و بزرگنمایی این مدل‌ها از ۲۶ تا ۷۵ برابر است -توان بزرگنمایی ایده‌آل برای رصد‌های عادی. درحالی که این تلسکوپ برای جوان‌ترها طراحی شده بود، آماتورهای مَسِن‌تر نیز از استفاده از آن لذت بردند -به‌ویژه در جایگاه تلسکوپ دوم با قابلیت



### شکل ۵-۳

نمونه‌ای مناسب از یک بازتابی دایسونی در دسترس؛ این مدل یک ۱۰ اینچی استارهاپر سلسترون است. در این ابزارها بیشترین گشودگی دهانه را به ازای مبلغ پرداختی دریافت می‌کنید! به همین سبب در میان رصدگران امروز بسیار محبوب شده است.

حمل و نقل خوب، (فاصله‌ی کانونی کوتاه ( $f/4$ ) آن در واقع آن را واجد شرایط تبدیل شدن به تلسکوپ میدان باز - یا RFT - کرده که جلوتر به آن اشاره خواهد شد.)

## دابسونی

نوع دیگری از بازتابی‌ها که در سال‌های اخیر در میان سازندگان تلسکوپ و رصدگران به یک اندازه، و به شدت، محبوب شده بازتابی‌های دابسونی<sup>۱</sup> هستند. این مدل، که به نام «منجم پیاده‌رو»<sup>۲</sup> و سازنده‌ی مشهور تلسکوپ - جان دابسون<sup>۳</sup> - نام‌گذاری شده، در حقیقت نوعی استقرار، یعنی سمت



شکل ۵-۴

خط تولید بازتابی‌های دابسونی اسکای کوئست اینتلی‌سکوپ اوریون به فناوری کامپیوتری پوش-پول-تو برای جرم‌یابی مجهز است. کنترل‌گر دستی (که اینجا روی مدل ۸ اینچی دیده می‌شود) در چینی که رصدگر تلسکوپ را حرکت می‌دهد موقعیت جرم مورد نظر را نشان می‌دهد تا این‌که علامت «null» روی صفحه‌ی نمایش دیده شود.

۱- Dobsonian Reflector

۲- Sidewalk Astronomer

۳- John Dobson

- ارتفاعی ابتدایی، است و نه گونه‌ای از دستگاه اپتیکی. در مدل‌های دست‌ساز دابسونی معمولاً مواد ساده، مانند تخته‌سه‌لا برای پایه و قطعات تفلون برای یاتاقان‌ها و نیز لوله‌های مقوایی سخت برای خود تلسکوپ، به کار می‌رود. اما ابتکار دابسون بیش از این بوده است. او پیشگام استفاده از آینه‌های بسیار نازک - به‌ویژه فقط به ضخامت یک یا دو اینچ از جنس شیشه‌ی حسّاس (او نخست از شیشه‌ی پنجره‌ی کشتی استفاده کرد!) - در ساخت بازتابی‌هایی با گشودگی دهانه‌ی بسیار بزرگ تا ۲۴ اینچ بوده است. این اندازه‌ای است که تا پیش از ظهور دابسون در صحنه شنیده و دیده نشده بود که به دست آماتورها ساخته شده باشد. دیگر ویژگی متمایزکننده‌ی تلسکوپ‌های دابسونی فاصله‌ی کانونی کوتاه آن‌هاست - به‌ویژه  $f/4$  و  $f/5$  که آن‌ها را به نسبت گشودگی زیاد دهانه‌شان بسیار فشرده می‌کند. (درحقیقت، این نکته همچنین آن‌ها را واجد شرایط تبدیل شدن به تلسکوپ‌ی میدان باز - یا RFT - کرده که جلوتر به آن اشاره خواهد شد.)



شکل ۵-۵

مدل ۴۲۵ اینچی استروسکن ادموند ساینترفیک یکی از پُرفروش‌ترین بازتابی‌های کوچکی است که تا به حال ساخته شده و یکی از محبوب‌ترین تلسکوپ‌های میدان باز در بازار امروز است. چشمی ۱۶ برابر آن میدان دید باز ۳ درجه‌ای (یا ۶ برابر قرص ماه کامل در آسمان) در اختیاران می‌گذارد و پنجره‌ی اپتیکی منحصربه‌فردش آن را در برابر غبار و نیز آینه‌ی چُبقی‌اش را محافظت می‌کند.



شکل ۵-۶

تلسکوپ بسیار محبوب بازتابی ۴.۵ اینچی استارلیست اوریون که درواقع تلسکوپی میدان باز با مقر دایسونی است. این تلسکوپ به مدل رومیزی برای استفاده‌ی رصدگران نوجوان طراحی شده است (همان‌طور که در تصویر می‌بینید) اما دیگر رصدگران نیز به‌طور گسترده‌ای از آن در جایگاه تلسکوپ دوم استفاده می‌کنند.

بازتابی‌های دایسونی اکنون در اندازه‌های کوچک ۴ اینچی تا غول‌پیکر ۵۰ اینچی به‌طور گسترده‌ای در بازار در دسترس‌اند. شرکت کولتر<sup>۱</sup> نخستین چنین ابزاری را در سال ۱۹۸۰ با اندازه‌ی ۱۳/۱ اینچ ۴/۴/۵ به نام ادیسه-۲۱ با قیمت زیر ۵۰۰ دلار به بازار عرضه کرد و به دنبال آن هر دو مدل کوچک‌تر و بزرگ‌تر (از جمله مدل ۱۷/۵ و ۲۹ اینچی!) آن را نیز روانه‌ی بازار کرد. متأسفانه این شرکت دیگر کار نمی‌کند اما تلسکوپ‌های عظیم و با قیمت مناسب همچنان امروز هم استفاده می‌شوند. دایسونی‌های ارزان‌قیمت را امروز می‌توان از منابع بسیاری، همچون اسکای واچر، سلیسترون، مید و آریون با گشودگی دهانه‌هایی تا ۱۶ اینچ و قیمت‌هایی مناسب - که از زیر حدود ۳۰۰ هزار تومان برای تلسکوپی ۶ اینچی آغاز می‌شود - تهیه کرد. دایسونی‌های بزرگ‌تر را می‌توان از شرکت‌هایی نظیر دیسکاور<sup>۲</sup>، آپسین<sup>۳</sup> و آریون با اندازه‌هایی تا ۵۰ اینچ و قیمت‌هایی چند میلیون تومانی تهیه کرد. نمای دیدنی‌های اعماق آسمان، مانند سحابی جبار (M۴۳/M۴۲)، خوشه‌ی جاثی (M۱۳)، و کهکشان آندرومدا (M۳۱)، از درون تلسکوپی دایسونی با گشودگی دهانه‌ی زیاد (حتی ۱۰ اینچی) واقعاً خیره‌کننده است، درحالی‌که نمای همین اجرام با تلسکوپ‌های ۱۴ اینچی و بالاتر کاملاً نفس‌گیر است!

۱- Coulter

۲- Odyssey-1

۳- Discovery

۴- Obsession



## میدان باز

مانند شکستی‌ها، بازتابی‌های میدان باز<sup>۱</sup> نیز بزرگ‌ترین میدان دید ممکن به ازای گشودگی دهانه‌شان را دارند. این هم به سبب فواصل کانونی کوتاه (معمولاً  $f/4$ ) به دست آمده است که منجر به بزرگنمایی‌های کم و نماهای گسترده می‌شود. دو نمونه‌ی مشهور چنین ابزارهایی در بازار امروز مدل دایسونی ۱۳۰ و مدل ۴/۵ اینچی  $f/4$  استاربلست آریون (پیش‌تر شرح داده شد) هستند که هر دو مقرهای رومیزی محکم و قیمتی حدود ۲۰۰ هزار تومان دارند. در بزرگنمایی ۲۶ برابر میدان دید ۲ درجه‌ای دارد و اجزای اپتیکی هر دو به حد کافی خوب است که برای رصد ماه و سیارات از بزرگنمایی‌های بیشتر هم استفاده شود. مدلی معروف به آستروسکن<sup>۲</sup> ۶ با همین اندازه دارای یک پنجره‌ی اپتیکی است که لوله را آب‌بندی و از آینه‌ی چُپقی محافظت می‌کند. شکل یگانه‌ی توپی‌شکل آن بر مقری آلومینیومی با سه صفحه‌ی محافظ سوار می‌شود که درواقع اتصالی محکم و «همه‌سمت‌گردد» ایجاد می‌کند که به سادگی به هر سو در آسمان نشانه می‌رود.

همه این مدل‌ها سبک‌وزن‌اند و می‌توان در لحظه‌ای آن‌ها را برداشت و به هر کجا برد. البته توجه کنید که پایه‌ی رومیزی آن‌ها به هر حال برای استقرار ثابت به محلی محکم و ساکن برای قرار دادن نیاز دارند مانند یک میز پیک‌نیک. (مدل آستروسکن پذیرنده‌ی سه پایه نیز هست.) از میان دیگر ویژگی‌های قابل افزودن به این تلسکوپ‌ها می‌توان به پایه‌ی سمت-ارتفاعی (که وزن کلی مجموعه را به ۱۵ کیلوگرم می‌رساند) اشاره کرد. باوجود خطای ذاتی گیسو در این دستگاه‌های بازتابی، گشت زدن در آسمان‌ها با آن‌ها -به‌ویژه مجموعه‌های ستاره‌ای درون راه شیری- و تماشای خوشه‌های ستاره‌ای عظیم همچون خوشه‌ی پروین (M۴۵) یا خوشه‌ی کندوی عسل (M۴۴) سراسر هیجان است. افزون بر این، توان کم آن‌ها همچنان برای رصد عوارض سطح ماه، چهار قمر گالیله‌ای درخشان مشتری، و دیگر شگفتی‌های منظومه‌ی شمسی، مانند دنباله‌دارها، کافی است.

## کاسگرین

خیلی زود پس از این که نیوتن تلسکوپ بازتابی را اختراع کرد، گیوم کاسگرین<sup>۳</sup> نوع تغییریافته‌ی آن را به جهان عرضه کرد که امروز آن را به نام بازتابی کاسگرین<sup>۴</sup> می‌شناسیم. در این مدل به جای آینه‌ی تخت چُپقی، که نور را به سوی کنار لوله‌ی تلسکوپ -یعنی چشمی- هدایت می‌کند، آینه‌ی ثانویه‌ی محدبی جانشین شده که مخروط هم‌گرای نور را به انتهای لوله و به درون روزنه‌ای در وسط

۱- rich-field reflectors

۲- Astroscan

۳- Guillaume Cassegrain

۴- Cassegrain reflector

آینه‌ی اولیه‌ی سهموی هدایت می‌کند که نور در آنجا کانونی می‌شود. اما نور فقط خمیده نمی‌شود؛ شکل هذلولی آینه‌ی ثانویه زاویه‌ی مخروط هم‌گرایی نور را چنان تغییر می‌دهد که گویی این نور از دوردست‌ها آمده است. این عمل فاصله‌ی کانونی مؤثر آینه‌ی اصلی را به میزان پنج برابر افزایش می‌دهد که در نتیجه به ابزاری با فاصله‌ی کانونی بسیار بلند دست می‌یابیم که در لوله‌ای بسیار کوتاه فشرده شده است. به این ترتیب به بزرگنمایی‌های بالا برای رصد (یا عکاسی از) ماه و سیارات یا برای دیگر استفاده‌ها، که در آن‌ها به مقیاس تصویر بزرگ‌تر نیاز داریم، دست می‌یابیم.

مانند تلسکوپ‌های شکستی، در کاسگرین‌ها نیز باید ورود نور به‌دقت محدود شود تا از مملو شدن میدان دید از نور جلوگیری شود. ابزارهای مانع خیرگی در این ابزار به‌دقت ماشین‌کاری و کاملاً سیاه‌رنگ شده‌اند و در مقابل آینه‌ی ثانویه و روزنه‌ی مرکزی آینه‌ی اصلی نصب شده‌اند. من، که از تلسکوپ‌های کاسگرین کلاسیک از ۶ تا ۳۰ اینچی استفاده کرده‌ام، هرگز تحت تأثیر کیفیت تصویر آن‌ها قرار نگرفته‌ام. نه تنها میدان دیدشان، به سبب تلفیق فاصله‌ی کانونی مؤثر بلندشان با انحنای شدید میدان دید، محدود است بلکه خود تصاویر گاهی به نظر می‌رسد که در اطراف «محو» می‌شود؛ بی‌شک شباهتی به تصاویر شفاف و واضح و پُرکنتراست تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی نیوتنی ندارند.

بسیاری از شرکت‌های آپتیکی، که از قدیم بازتابی‌های کاسگرین را به بازار نجوم آماتوری عرضه می‌کردند، اکنون در عوض به مدل ریچی-کرتین<sup>۱</sup>، که جلوتر شرح داده خواهد شد، روی آورده‌اند. در این میان برخی استثناءها عبارتند از، شرکت پارکس که این ابزارها را با اندازه‌های ۶ تا ۱۲/۵ اینچ در بازار جهانی با قیمت‌هایی از ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ دلار، و ویکسن که مدل ۸ اینچی را با قیمت زیر ۲۰۰۰ دلار عرضه می‌کنند. شرکت آپتیکال گایدنس<sup>۲</sup>، که بیشتر به سبب تولید مدل ریچی-کرتین مشهور است، خط تولید کاسگرین‌های کلاسیک کلاس تحقیقاتی را به راه انداخته و آن‌ها را در اندازه‌های ۱۰ تا ۲۳ اینچ با قیمت‌هایی از حدود ۸۰۰۰ دلار عرضه می‌کند. منبع دیگر شرکت پارالاکس<sup>۳</sup> است که مدل ۱۰ اینچی را زیر ۵۰۰۰ دلار و مدل‌های ۱۲/۵ و ۱۶ اینچی را با قیمت‌های ۱۰ هزار تا ۲۰ هزار دلار عرضه می‌کند.

برخی از تولیدکنندگان، در پیشنهادی برای عرضه‌ی بهترین‌های هر دو مدل، ترکیبی از تلسکوپ‌های نیوتنی-کاسگرین را ارائه می‌کنند. یک آینه‌ی ثانویه‌ی قابل تعویض یا flip در حالت نیوتنی، میدان دیدی باز با  $f/4$  یا  $f/5$  و عملکردی کم‌توان ارائه می‌کند و در حالت کاسگرین توانی بیشتر با  $f/10$  تا  $f/15$  را بیشتر فراهم می‌کند. این ابزار دوگانه قیمت نسبتاً بالایی دارد زیرا شما درواقع دو تلسکوپ را در یک بدنه می‌خرید. نمونه‌ای از این ابزار، مدل CN-۲۱۲ تاکاهاشی، تلسکوپ کاسگرین ۸/۳ اینچی (۲۱ میلی‌متری)  $f/12$  است که با یک آینه‌ی ثانویه‌ی قابل تعویض به نیوتنی  $f/4$  تبدیل می‌شود و در بازار جهانی قیمتی بیش از ۱۰ هزار دلار دارد. تولیدکننده‌ی

۱- Ritchey-Chrétien

۳- Parallax

۲- Optical Guidance

دیگر پارکس آپتیکال است که تلسکوپ نیوتنی-کاسگرین  $f/15-f/3.5$  را از اندازه‌ی ۶ تا ۱۶ اینچ در بازار جهانی با قیمتی از ۲۰۰۰ تا بیش از ۱۶ هزار دلار عرضه می‌کند. باز هم در هر نمونه‌ای از این ابزار ترکیبی، که من استفاده کردم، نماها در حالت نیوتنی از نظر شفافیت تصویر و میدان دید بسیار عالی‌تر از نماها در حالت کاسگرین بود.

شاید در اینجا برای‌تان عجیب باشد که چرا در این میان درباره‌ی ابزارهای مانع خیرگی و سد نور در بخش بازتابی‌های نیوتنی بحثی نکردم. این به آن علت است که در تلسکوپ‌های نیوتنی رصدگر به میان لوله‌ی تاریک و متقاطع با محور آن می‌نگرد به جای نگاه موازی محور لوله که در کاسگرین‌ها و شکستی‌ها اتفاق می‌افتد. به بیان دیگر، شما به سوی آسمان -جایی که نور ستاره از آنجا می‌آید- نگاه نمی‌کنید. هرچند، هنگام استفاده از نیوتنی‌ها نکته‌ی مهمی وجود دارد که باید به ذهن برسد. وقتی به درون چشمی نگاه می‌کنید، به‌صورت جنبی درواقع به بدنه‌ی خارجی تلسکوپ هم می‌نگرید که معمولاً ظاهری سفید و براق دارد. متأسفانه، این حالت بازتابنده‌ی خوبی از نور ستاره را در اطراف تلسکوپ ایجاد می‌کند و سازگاری چشم شما با تاریکی محیط را کاهش می‌دهد (فصل ۸ را ببینید). راه حلی برای این مشکل قرار دادن صفحه‌ی تخت سیاه‌رنگی از جنس مقوای پوستر یا دیگر مواد دورتادور فکوسر/چشمی است. راه حل دیگر انداختن روکش پارچه‌ای سیاه عکاسی روی سر و انتهای تلسکوپ است. درواقع، بهترین رنگ برای لوله‌ی تلسکوپ قرمز (یا سیاه) است که سازگاری چشم با تاریکی را حفظ می‌کند مانند خواندن نقشه‌ی ستاره‌ها با نور قرمز. (من مشاور ساخت و فروش مدل استروسکن ادموند بودم که گاه آن را «توپ بولینگ قرمز» می‌خوانند. بدنه‌ی خارجی آن تماماً، و فقط به همین علت، قرمز است!)

## ریچی-کرتین

در تلاشی برای بهبود کیفیت تصویر تلسکوپ‌های بازتابی کاسگرین کلاسیک برای کار عکسبرداری، ژرژ ریچی و هنری کرتین با هم سیستم فوق‌العاده‌ای را در اوایل دهه‌ی ۱۹۰۰ میلادی ابداع کردند که به ریچی-کرتین معروف شد. در این تلسکوپ، که عموماً با فاصله‌ی کانونی مؤثر  $f/8$  یا  $f/9$  کار می‌کند، آینه‌های اصلی و ثانویه‌ی هذلولی آن نسبت به کاسگرین‌های معمولی میدان دیدی بزرگ‌تر و تخت‌تر، بدون هیچ‌گونه خطای گیسو، فراهم می‌کنند. و درحالی‌که این تلسکوپ در اصل برای اهداف عکاسی (و اخیراً عکاسی با سی‌سی‌دی) طراحی شده بود، در مدل‌های مدرن‌تر آن رصد عادی نیز عالی است. این مدل، که در ابتدا فقط از سوی چند رصدخانه‌ی حرفه‌ای منتخب استفاده می‌شد، از آن زمان انتخاب اصلی برای همه‌ی تلسکوپ‌های تحقیقاتی مهم در دهه‌های پیش بوده است؛ از جمله دوقلوهای بازتابی عظیم ۴۰۰ اینچی کک (که فعلاً بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های نور مرئی در جهان‌اند) و خود تلسکوپ فضایی هابل.

از میان تولیدکنندگانی که نخست بازتابی‌های ریچی-کرتین را برای آماتورهای جدی و رصدخانه‌های کوچک به بازار عرضه کردند می‌توان به این‌ها اشاره کرد: اپتیکال‌گایدنس در اندازه‌هایی از ۱۰ تا ۳۲ اینچی مانند کاسگرین‌های کلاسیک. فاصله‌ی کانونی در این مدل‌ها حدود  $f/8$  و  $f/9$  و قیمت‌ها در بازار جهانی از ۱۰ هزار تا بالای ۲۰ هزار دلار است. رقیب مهم آن آرسی‌اپتیکال است که در خط تولیدش از ۱۰ تا ۲۰ اینچی با فاصله‌ی کانونی  $f/8$  تا  $f/10$  و با قیمت‌های نزدیک به اپتیکال‌گایدنس را تولید می‌کند. مثلاً مدل ۱۲/۵ اینچی  $f/9$  محبوب آن قیمتی حدود ۱۴ هزار دلار دارد. شرکت مید چند سالی است خط تولید تلسکوپ‌های ریچی-کرتین  $f/8$  «با اپتیک تصحیح‌شده» را در اندازه‌های ۱۰ تا ۱۶ اینچی و شرکت آریون در اندازه‌های ۶ و ۸ اینچی راه‌اندازی کرده است. این تلسکوپ‌های بزرگ قطعاً مختص رصدگران ثروتمندی است که دوست دارند ابزارهای رصدخانه‌ای داشته باشند! بسیاری از تصاویر خیره‌کننده و زیبای دوربین‌ها یا سی‌سی‌دی‌ها از شگفتی‌های آسمان شب، که طی چند سال گذشته آذین‌بخش صفحات مجلات نجومی دنیا -به‌ویژه مجله‌ی آمریکایی *اسکای/اندتلسکوپ*- بوده‌اند و برخی از آن‌ها با تصاویر تلسکوپ‌های بزرگ تحقیقاتی برابری می‌کنند، با تلسکوپ‌های ریچی-کرتین آماتوری گرفته شده‌اند. و از نظر رصدی نیز کیفیت تصاویر در آن‌ها نسبت به کاسگرین‌های معمولی بسیار بهبود یافته است.

## دال-کرکهام

نوع دیگر تلسکوپ‌های بازتابی کاسگرین کلاسیک مدل دال-کرکهام است که آن را هاریس دال عینک‌ساز در سال ۱۹۲۸ ابداع کرد و سپس منجم آماتوری به نام آلن کرکهام آن را بهبود بخشید.

در این مدل از یک آینه‌ی اصلی بیضوی و آینه‌ی ثانویه‌ی کروی استفاده می‌شود که ساختن آن‌ها از آینه‌های کاسگرین‌های کلاسیک ساده‌تر و به همین سبب هم در میان تلسکوپ‌سازان آماتور بسیار محبوب شده است. فاصله‌ی کانونی مؤثر بلند آن (معمولاً  $f/12$  یا بیشتر) برای رصد ماه و سیارات عالی است اما این دستگاه هم دچار خطای گیسو و انحنای قابل‌توجه میدان دید است. تلسکوپ‌های دال-کرکهام به‌طور گسترده در بازار تلسکوپ در دسترس نیستند اما یکی از تولیدکنندگان این مدل تاکاهاشی است. سری مولان این شرکت مدل‌های ۷، ۸ و ۱۰ اینچی دارد که قیمت‌شان در بازار جهانی از ۵ هزار تا ۱۰ هزار دلار تغییر می‌کند.



## کاسگرین تغییر یافته

طی سال‌ها مدل‌های گوناگونی از تلسکوپ کاسگرین ساخته شده است. یکی از آن‌ها سیستم کوده است که منجمان حرفه‌ای از آن در کنار تلسکوپ‌های بازتابی کاسگرین و ریچی-کرتین استفاده می‌کنند. در این مدل آینه‌ی تخت سوم بالای آینه‌ی اصلی قرار می‌گیرد و جلو مخروط هم‌گرای نور را، که از آینه‌ی دوم می‌آید، می‌گیرد و آن را به سوی انتهای محور قطبی تلسکوپ هدایت می‌کند. با این کار، صرف‌نظر از این‌که تلسکوپ به چه سمتی از آسمان نشانه رفته باشد، محل کانون ثابت باقی می‌ماند و می‌توان نور را به درون طیف‌نگارها و دیگر ابزارهایی هدایت کرد که آن‌قدر بزرگ‌اند که امکان جابه‌جایی آن‌ها همراه تلسکوپ وجود ندارد. همچنین می‌توانیم درحالی‌که اندازه‌ی خود تلسکوپ را کوچک نگه می‌داریم به فاصله‌ی کانونی مؤثر بسیار بلندی (معمولاً  $f/30$  یا بیشتر) دست یابیم.

نوع دیگر تلسکوپ کاسگرین تغییر یافته است. در این مدل آینه‌ی تخت سوم نور را به بیرون و کنار لوله نزدیک انتهای آن هدایت می‌کند (با مقرّ چنگالی، این نقطه‌ی خروج نور معمولاً درست بالای نقطه‌ی تعادل تلسکوپ، محل اتصال لوله به محورها، قرار می‌گیرد). در هر دو حالت کوده و کاسگرین تغییر یافته نیازی به ایجاد حفره در آینه‌ی اصلی وجود ندارد مگر به دلخواه. این همان سیستمی است که در تلسکوپ بازتابی ۱۰۰ اینچی هوکر در رصدخانه‌ی مونت‌ویلسون استفاده شده که در آینه‌ی اصلی غول‌پیکر آن هیچ حفره‌ی مرکزی وجود ندارد. با قرار دادن آینه‌ی سوم در تلسکوپی با مقرّ چنگالی، طوری که نور را درست به بیرون یکی از محورها بفرستد، می‌توان صرف‌نظر از این‌که ابزار کجا را نشانه گرفته است ارتفاع چشمی را ثابت نگه داشت. این مدل، که آن را جیمز نیسمیت برای استفاده در تلسکوپ ۲۰ اینچی نیوتنی-کاسگرین خودش با آینه‌های فلزی و استقرار سمت‌ارتفاعی ابداع کرد، به کانون نیسمیت مشهور است. این سیستم امروز به‌طور گسترده‌ای در تلسکوپ‌های رصدخانه‌ای سمت‌ارتفاعی با مقرّ چنگالی استفاده می‌شود، از جمله دوقلوهای ۴۰۰ اینچی یک که در آن‌ها نور به ابزارهایی هدایت می‌شود که درست بیرون بازوهای چنگالی قرار گرفته‌اند. بسیاری از تلسکوپ‌سازان آماتور این سیستم‌ها را برای خودشان می‌سازند تا هنگام رصد به‌آسودگی بنشینند. امروز در بازار تجاری تلسکوپ‌ها نمی‌توانید سیستم کوده یا کاسگرین تغییر یافته بیابید، مگر مدل‌های سفارشی. حالت کاسگرین تغییر یافته در تلسکوپ‌های کاتادیوپتریک (فصل ۶ را ببینید) نیز، مانند بازتابی‌ها، استفاده شده است. تلسکوپ فوق‌العاده‌ی ۶ اینچی  $f/15$  سیلستار ماکستوف-کاسگرین فکر از اواخر دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی یکی از این نمونه‌ها بود.



## خارج از محور

در نخستین بازتابی‌ها به جای اندودهای بازتابنده بر شیشه، که بعداً باب شد، از آینه‌هایی ساخته‌شده از فلز استفاده می‌شد. سر ویلیام هرشل، برای کاهش هدررفت نور از آینه‌ی چُپقی تلسکوپ‌های بازتابی‌اش، آینه‌های اصلی آن‌ها را طوری مایل کرد که کانون را به کنار مسیر نور در بالای لوله‌ی تلسکوپ هدایت کند؛ جایی که چشمی قرار می‌گرفت. این مدل بازتابی مسدودنشده یا خارج از محور به مدل هرشلی نیز مشهور شد. طرح‌های گوناگون دیگری، که در آن‌ها آینه‌های اصلی مایل شدند و با استفاده از آینه‌ی تخت اضافی و بدون حضور آینه‌ی دوم نور کانونی می‌شد، را هم تلسکوپ‌سازان آماتور مدرن عرضه کردند که یکی از عجیب‌وغریب‌ترین آن‌ها تلسکوپ شیف‌شیپگلر است. همه‌ی ابزارهای خارج از محور باید فاصله‌ی کانونی مؤثر بلندی (معمولاً دست کم  $f/10$ ) داشته باشند تا بتوان آینه‌ی اصلی آن‌ها را به این منظور به‌طور مؤثری مایل کرد.

در سال ۲۰۰۴، شرکت آریون نمونه‌ی تغییریافته‌ی ۳/۶ اینچی  $f/13.6$  را از مدل هرشلی به بازار عرضه کرد. به جای این‌که تصویر مستقیماً از چشمی در انتهای بالای لوله دیده شود، همان‌طور که در تلسکوپ هرشل بود (اینجا به‌سبب گشودگی کم دهانه کاملاً غیرعملی است)، آینه‌ای تخت بیرون از مسیر ورودی اپتیکی، نور را متقاطع با لوله و خارج از آن به سوی کانونی‌کننده‌ی استاندارد هدایت می‌کند. شرکت دیگر دی‌جی‌ام است که مدل‌هایی از ۴ تا ۹ اینچی را با فاصله کانونی‌های حدود  $f/10$  عرضه می‌کند. ساختار اپتیکی آن‌ها هم مشابه آریون است، با این تفاوت که آینه‌ی ثانویه، به جای آن‌سوی لوله نسبت به کانونی‌کننده، خارج از محور درست زیر خود کانونی‌کننده قرار گرفته است. تلسکوپ‌های خارج از محور مسدودنشده برای رصدگران عملکردی مشابه شکستی‌ها به همراه درستی رنگ بازتابی‌ها به ارمغان می‌آورند - البته با قیمتی بسیار بالاتر نسبت به مدل ساده‌ی نیوتنی با گشودگی دهانه‌ی یکسان.

# تلسکوپ های کاتادیوپتريک

## ماکستوف-کاسگرين

اختراع تلسکوپ های شکستی و بازتابی با فاصله‌ی زمانی ۶۰ سال از هم رخ داد اما تا حدود سه قرن پس از آن تلسکوپ جدیدی ابداع نشد. آن هنگام بود که فکر تلفیق ویژگی های دو تلسکوپ بازتابی و شکستی در یک تلسکوپ در ذهن طراحان تلسکوپ شکل گرفت و تلسکوپ کاتادیوپتريک (یا مرکب) خلق شد. در سال ۱۹۳۰، برنهارد اشمیت<sup>۱</sup> از تیغه‌ی تصحیح کننده‌ی نازک انحنادار در یک تلسکوپ نیوتنی سریع استفاده کرد تا میدان دید را برای عکاسی میدان دید باز شفاف و تخت کند و به این ترتیب دوربين اشمیت پا به عرصه گذاشت. یک دهه بعد، دیمیتري ماکستوف<sup>۲</sup> یک عدسی هلالی<sup>۳</sup> را با تلسکوپ بازتابی کاسگرين تلفیق کرد تا عملکرد رصدی و عکاسی آن را به شدت بهبود بخشد و حاصل تلسکوپ ماکستوف-کاسگرين شد.

در این دستگاه، هرگونه خطای ذاتی، حاصل از آینه‌ی اصلی کروی مایل، در نور وارد شده از عدسی هلالی تصحیح می شود. آن گاه مخروط هم گرای نور، که از آینه‌ی اصلی می آید، به سوی انتهای لوله و آینه‌ی ثانویه‌ی نصب شده پشت عدسی هلالی بازتاب می شود. در طرح تغییر یافته‌ی این تلسکوپ، که به گرگوری-ماکستوف<sup>۴</sup> مشهور است و جان گرگوری<sup>۵</sup> در سال ۱۹۵۷ آن را ابداع کرد، آینه‌ی ثانویه درواقع لکه‌ی آلومینیوم اندود شده‌ای بر مرکز سطح سیاه خود عدسی هلالی است. بسیاری از ابزارهایی که امروز در بازار با عنوان ماکستوف-کاسگرين فروخته می شوند از همین سیستم استفاده می کنند و بنابراین درواقع گرگوری-ماکستوف به شمار می آیند.

۱- Bernhard Schmidt

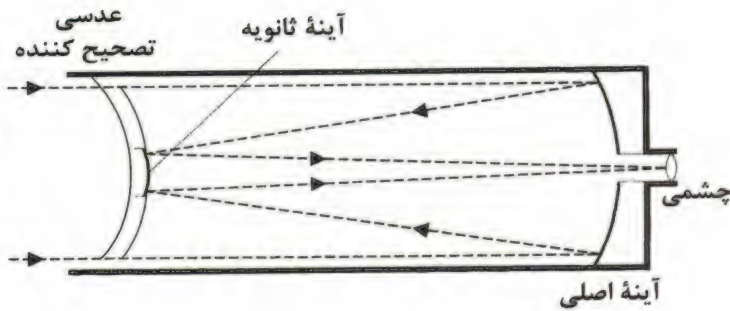
۴- Gregory-Maksutov

۲- Dimitri Maksutov

۵- John Gregory

۳- یا meniscus lens نوعی عدسی است که یک سوی آن

محدب و سوی دیگرش مقعر است.



شکل ۶-۱

ساختار اپتیکی و مسیر نور در تلسکوپ کانادیوپتريک. مدلی که در اینجا می‌بینید یک ماکستوف-کاسگرین است که در آن از یک عدسی هلالی ضخیم به شدت انحنا دار برای کاهش آبراهی‌های آینه‌ی اصلی به شدت کروی استفاده شده است.



شکل ۶-۲

تلسکوپ افسانه‌ای کانادیوپتريک ۳/۵ اینچی ماکستوف-کاسگرین کیوستار، که مدت‌ها بهترین تلسکوپ کوچک تا به حال ساخته شده تصور می‌شد. این ابزار زیبا واقعاً اثری هنری است؛ هم از نظر اپتیکی و هم از نظر مکانیکی. در این تصویر مدل رومیزی سمت-ارتفاعی آن را می‌بینید اما همچنان مدلی دارد با پایه که بر مقرر استوایی هم نصب می‌شود. نقشه‌ی آسمان حک شده بر بدنه‌ی بیرونی لوله (که می‌چرخد) به سمت جلو حرکت می‌کند و همچون درپوش ضد شبنم عمل می‌کند و نیز نقشه‌ی حک شده‌ای از عوارض ماه بر لوله‌ی اصلی تلسکوپ نمایان می‌شود. یک جوینده‌ی آینه‌ای تاشونده که از میان خود چشمی کار می‌کند و نیز یک عدسی بارلو تاشونده به سوی بیرون و درون برخی از دیگر ویژگی‌های منحصر به فرد این ابزارند.

نخستین تلسکوپ کاتادیوپتريک جهان که به بازار تجاری عرضه شد مدل کیوستار<sup>۱</sup> ۳/۵ اینچی f/۱۴ ماکستوف-کاسگرین بود که آن را لارنس بریمر<sup>۲</sup> در سال ۱۹۵۴، پس از بیش از یک دهه آزمون و بهبود، ارائه کرد. (این تلسکوپ همچنین رکورددار طولانی‌ترین زمان تولید پیوسته در میان دیگر تلسکوپ‌های جهان است؛ اکنون بیش از نیم قرن است که تولید می‌شود!) این ابزار عالی به همان اندازه که به سبب لوله‌ی زیبا و به دقت ماشین‌کاری شده و مقرر چنگالی رومیزی‌اش تحسین شده، همان قدر هم برای کیفیت بی‌نظیر اپتیکی‌اش نظررها را به خود جلب کرده است. مدل ابتدایی ۳/۵ اینچی این تلسکوپ، که در ابتدا در بازار جهانی قیمتی حدود ۹۰۰ دلار داشت، امروز به بیش از ۴ هزار دلار رسیده که واقعاً آن را مختص رصدگران متمول و مجموعه‌داران می‌کند. (گه‌گاه شاید بتوان این مدل را در بازار دست دوم به نصف این بها پیدا کرد.) مدل ۷ اینچی و مدل سفارشی رصدخانه‌ای ۱۲ اینچی آن را هم می‌توان با قیمت‌هایی به مراتب بالاتر پیدا کرد.



شکل ۳-۶

برادر بزرگ‌تر کیوستار! یک ماکستوف-کاسگرین ۷ اینچی. این ابزار با اندازه‌ی دو برابر برادرش توان تفکیکی دو برابر و توان گردآوری نوری چهار برابر آن دارد. البته قیمت و وزن آن نیز بسیار بیشتر است.



شکل ۴-۶

هر دو شرکت مید و اوریون نسخه‌ای از تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین کیوسترار گران‌قیمت را به قیمتی مناسب به بازار عرضه کرده‌اند. در این تصویر یک تلسکوپ کاتادیوپتریک استارمکس ۱۲۷ میلی‌متری (۵ اینچی) اوریون را سوار بر مقری استوایی می‌بینید (که می‌توانید آن را به‌صورت لوله‌ی تلسکوپ و رابط سه‌پایه بخرید). این تلسکوپ همچنین در اندازه‌های ۹۰ میلی‌متری (به اندازه‌ی کیوسترار کوچک‌تر) و ۱۰۲ میلی‌متری نیز یافت می‌شود.

در دهه‌ی ۱۹۹۰، شرکت مید درواقع مدل قابل خریداری کیوسترار را به بازار عرضه کرد: تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین ETX-۹۰ ۳/۵ اینچی  $f/13.8$  به قیمت حدود ۵۰۰ دلار! بلافاصله پس از آن مدل‌های ۴ اینچی  $f/14$  و ۵ اینچی  $f/15$  نیز به بازار عرضه شدند. سرانجام نیز یک ۷ اینچی  $f/15$  به خط تولید سری ETX-۲۰۰ آن اضافه شد. به‌سبب همین قیمت‌گذاری‌های اقتصادی بر ابزارهای ذاتاً گران‌قیمت است که مید شرکت پیشگام در تولید انبوه تلسکوپ است. تلسکوپ‌های سری ETX آن‌چنان محبوب شدند که در سال ۲۰۰۲ دو کتاب کامل درباره‌ی آن‌ها به بازار نشر راه پیدا کرد: استفاده از مید ای‌تی/یکس<sup>۱</sup>، نوشته‌ی مایک ویزنر<sup>۲</sup> (انتشارات Springer)، و راهنمای تلسکوپ ای‌تی/یکس<sup>۳</sup>، نوشته‌ی لیلیان هابز<sup>۴</sup> (انتشارات Broadhurst, Clarkson & Fuller).

۱- Using the Meade ETX

۲- Mike Weasner

۳- The ETX Telescope Guide

۴- Lilian Hobbs



در سال ۲۰۰۱، آریون با تلسکوپ ماکستوف-کاسگرین استارمکس<sup>۱</sup> ۹۰ میلی متری f/۱۴ خود با قیمت حدود ۳۰۰ دلار وارد این عرصه شد و پس از آن مدل های ۱۰۲ میلی متری، ۱۲۷ میلی متری، و ۱۵۰ میلی متری را نیز با قیمت هایی تا ۷۰۰ دلار عرضه کرد. در حال حاضر بزرگ ترین عرضه کننده ی تلسکوپ های ماکستوف در اندازه های ۹۰ تا ۱۸۰ میلی متری شرکت اسکای ولچر است.

## اشمیت-کاسگرین

محبوب ترین و مشهورترین سیستم کاتادیوپتริก تلسکوپ اشمیت-کاسگرین<sup>۲</sup> (یا آن طور که گاه خوانده می شود، SCT) است. در این مدل یک تیغ تصحیح کننده ی نازک انحنادار اشمیت برای جبران ابیراهی آینه ی اصلی کروی سریع به ابزار مدل کاسگرین اضافه و آینه ی ثانویه پشت این صفحه نصب شده است. بنیان گذار شرکت سلسترون، تام جانسون<sup>۳</sup>، نخستین نمونه ی تجاری این تلسکوپ را در سال ۱۹۷۰ به بازار عرضه کرد. این همان مدل کلاسیک C۸ با مقر چنگالی و ابعاد ۸ اینچ f/۱۰ سوار بر سه پایه ی سبک وزن مستحکم بود که سرانجام با عنوان پرفروش ترین تلسکوپ در جهان جایگزین تلسکوپ شکستی ۲/۴ اینچی (۶۰ میلی متری) شد. (نخستین نمونه های تلسکوپ SCT در ابعاد ۱۰ و ۱۶ اینچی نیز به بازار آمده بودند اما آن ها هم خیلی زود جای خود را به C۸ دادند. امروز هنوز می توان گاهی آن ها را در بازار دست دوم پیدا کرد.)

در کنار تلسکوپ C۸ مدل های ۵، ۹/۲۵، ۱۱، و ۱۴ اینچی (که به ترتیب به C۵، C۹/۲۵، C۱۱ و C۱۴ مشهورند) نیز به خط تولید اضافه شدند. (سلسترون همچنین تعداد محدودی تلسکوپ ۲۲ اینچی مدل SCT برای رصدهای خصوصی ساخت. من شخصاً چند شب متوالی را در رصدخانه ای بر فراز یک کوه با یکی از این جواهرات به رصد آسمان پرداخته ام. نمای اجرام اعماق آسمان با آن به راحتی خارق العاده بود!) انواع گوناگونی از مقرهای استوایی آلمانی از مدل های سنتی گرفته تا کامپیوتری های منحصربه فرد، سمت ارتفاهی ها، و چنگالی های تک بازویی برای این تلسکوپ ها پیشنهاد شده اند؛ از مقر ابتدایی با سیستم گوتو<sup>۴</sup> به نام «نکس استار»<sup>۵</sup> تا سیستم های جی پی اس<sup>۶</sup> با جدیدترین تکنولوژی.

در سال ۱۹۸۰، شرکت مید خط تولید وسیع تلسکوپ های اشمیت-کاسگرین خود را عرضه کرد که از ۸ اینچی شروع شد و سرانجام به ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ اینچی رسید. این سری LX۲۰۰ نیز، مانند سلسترون، همراه با قابلیت های گوتو و جی پی اس و مقر چنگالی سمت ارتفاهی کامپیوتری ارائه می شوند. سیستم اتو استار آن ها در واقع نخستین سیستم گوتوی کامپیوتری برای تلسکوپ های

۱- StarMax

۲- Schmidt-Cassegrain

۳- Tom Johnson

۴- Go-To

۵- NexStar

۶- GPS

تجاری بود. مدل ۱۶ اینچی رصدخانه‌ای یا همراه مقرّ سمت ارتفاعی یا چنگالی استوایی آلمانی عرضه می‌شود.



شکل ۵-۶

شکلی جدید از تلسکوپ کلاسیک اشمیت-کاسگرین ۸ اینچی کاتادیوپتريک نارنجی‌رنگ سلسترون که آغازگر محبوبیت رو به افزایش تلسکوپ‌های جمع‌وجور بود. این ابزار امروز ویژگی‌های مدرنی دارد، از جمله مقرّ چنگالی تک‌بازویی سمت-ارتفاعی و جرم‌یاب گوتو کامپیوتری.

به دنبال محبوبیت بی‌اندازه‌ی تلسکوپ ۸ اینچی SCT سلسترون، شرکت کریتریون نیز مدل ۸ اینچی خودش را با نام داینامکس<sup>۱</sup> با قیمتی کمتر از C۸ به بازار عرضه کرد. شرکت‌های باوش و

۱- Dynamax

لُـمب/پوشنل، زمانی که از کریتریون پیشی گرفتند، در کنار تولید این ابزار مدل‌های ۴ و ۶ اینچی را نیز روانه‌ی بازار کردند. متأسفانه، عملکرد سری داینامکس هرگز به سطح کیفیت اپتیکی و مکانیکی سلسترون (و بعد مید) نرسید و سرانجام تولیدش متوقف شد. این تلسکوپ‌ها را هنوز می‌توان در بازار ابزارهای دست دوم پیدا کرد و عموماً نیز قیمت‌شان بسیار پایین‌تر از مدل SCT سلسترون و مید دست دوم است. منبعی عالی برای آن‌ها که خواهان خرید تلسکوپ مدل SCT هستند کتاب *انتخاب و استفاده از تلسکوپ‌های اشمیت-کاسگرین*<sup>۱</sup> نوشته‌ی راد مالیس<sup>۲</sup> (انتشارات Springer، ۲۰۰۴) است.

## اشمیت-نیوتنی

شرکت مید، در تلاشی برای تصحیح خطای گیسو در بازتابی‌هایی با فاصله‌ی کانونی کوتاه، مدل اشمیت-نیوتنی را سال‌ها پیش در اندازه‌های ۶، ۸ و ۱۰ اینچی به بازار عرضه کرد. یک تیغه‌ی تصحیح‌کننده‌ی اشمیت در بالای لوله قرار می‌گیرد که درست در لبه‌ی میدان دید چشمی تصویری واقعاً منحنی ایجاد می‌کند. این تیغه همچنین تلسکوپ را در برابر گردوغبار و جریان‌های حرارتی عایق‌بندی می‌کند و احتیاج به پشتیبان آینه‌ی ثانویه را کاهش می‌دهد زیرا خود آینه به پشت تصحیح‌کننده متصل است. این سیستم‌های سریع ( $f/4$  تا  $f/5$ ) هم برای رصد و هم برای عکاسی نجومی میدان دیدهایی وسیع و بدون اثر خطای گیسو در اختیار می‌گذارند. تعدادی تلسکوپ نیوتنی، که در سال‌های اخیر به بازار آمده‌اند، یک پنجره‌ی اپتیکی<sup>۳</sup> دارند که هم لوله را عایق‌بندی و هم آینه‌ی ثانویه را پشتیبانی می‌کند، اما این وسیله، سطحی تخت (موازی صفحه) دارد و تصحیح اپتیکی تیغه‌ی اشمیت را ارایه نمی‌کند. به استثنای تلسکوپ میدان باز آستروسکن ادموند (که در فصل ۵ به آن اشاره شد) اکنون هیچ تلسکوپ بازتابی با پنجره‌ی اپتیکی در بازار در دسترس نیست.

## ماکستوف-نیوتنی

در این مدل ماکستوف، به جای تیغه‌ی اشمیت، یک عدسی هلالی به‌شدت منحنی به تلسکوپ نیوتنی سریع (معمولاً  $f/4$  تا  $f/6$ ) اضافه شده تا در میدان دیدی باز تصویری با کیفیت فوق‌العاده ارایه کند. این ابزار، برخلاف اشمیت-نیوتنی‌ها، می‌تواند تصاویر با جزئیاتی از ماه و سیارات ارایه کند. این

۱- *Choosing and Using a Schmidt-Cassegrain Telescope*

۲- Rod Mollise

۳- optical window

نوع تلسکوپ کاتادیوپتریک، باوجودی که به اندازه‌ی ماکستوف-کاسگرین‌های استاندارد شناخته شده نیست، از سوی شرکت‌های متعددی - که سه‌تای آن‌ها روسی‌اند- به بازار عرضه می‌شود. یکی از آن‌ها شرکت لومو<sup>۱</sup> است که در خط تولیدش از ۴ اینچی  $f/4.5$  تا ۸ اینچی  $f/4.6$  را با قیمت‌هایی از هزار تا حدود ۴ هزار دلار در بازار جهانی عرضه می‌کند. شرکت دیگر اینتس است که مدل‌های ۶ اینچی  $f/6$  و ۷ اینچی  $f/6$  را با قیمت به ترتیب بالای هزار و بیش از ۲ هزار دلار عرضه می‌کند. شرکت اینتس مایکرو نیز مدل ۵ اینچی  $f/6$  را زیر هزار دلار و مدل ۶ اینچی  $f/6$  را زیر ۲ هزار دلار عرضه می‌کند. مدل‌های بزرگ‌تر نیز در اندازه‌های ۸، ۱۰ و ۱۲ اینچی با قیمت‌های بالای ۴ هزار دلار در دسترس‌اند. در حال حاضر، شرکت‌های اسکای واچر و اریون یک مدل ماکستوف-نیوتنی ۱۹۰ میلی‌متری با قیمت مناسب ارایه می‌کنند که مورد توجه عکاسان آسمان قرار گرفته است.

توجه داشته باشید که بسیاری از قیمت‌های ذکر شده در اینجا فقط قیمت تجهیزات لوله‌ی آپتیکی<sup>۲</sup> (OTAs) است و مقرّ تلسکوپ هزینه‌ای جداگانه دارد. ممکن است تصمیم بگیرید فقط لوله را بخرید و آن را بر مقرّی از پیش موجود نصب کنید یا شاید بخواهید مقرّ را از شرکتی دیگر با قیمتی مناسب‌تر تهیه کنید و نیز توجه داشته باشید برای حمل‌ونقل و ارسال تجهیزات و نصب آن‌ها در محل نیز حتماً هزینه‌ای دریافت می‌شود.

## لوازم جانبی

### چشمی‌ها

تصویری که عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی تلسکوپ کانونی می‌کند در واقع در چشمی<sup>۱</sup> بزرگ می‌شود. همچنین چشمی جزئی از کاروان اپتیکی است که خوب یا بد بودن عملکرد کل دستگاه عموماً به آن نسبت داده می‌شود. چشمی جزئی است که عملاً می‌تواند موجب بهترین یا بدترین شدن تلسکوپ شود. تلسکوپ‌های شکستی کوچکی که در کشورهای شرق آسیا ساخته می‌شوند به‌ویژه مشهورند به این که چشمی‌های بسیار ضعیفی دارند و در حقیقت، از آنجایی که تلسکوپ بدون چشمی نمی‌تواند کار کند (دست‌کم برای رصد مرئی)، چشمی باید جزئی لازم از آن به شمار آید و نه، آن‌طور که اینجا فهرست شده است، یکی از لوازم جانبی!

امروز در بازار تلسکوپ چشمی‌های بسیاری یافت می‌شوند، از چشمی‌های ارزان‌قیمت ابتدایی ساخته‌شده از دو عدسی تا طرح‌های پیچیده‌تر شامل هفت یا هشت عدسی با قیمتی که گاه از خود تلسکوپ بیشتر است! چشمی خوب باید از نظر خطای رنگی و دیگر آبی‌راهی‌ها به‌خوبی تصحیح شده و میدان دیدی تا حدّ ممکن تخت (رها از انحنای) و باز داشته باشد و نیز فاصله‌ی چشم خوبی در اختیار رصدگر بگذارد. به‌ویژه مهم است که همه‌ی سطوح شیشه‌ای آن اندود ضدبازتاب داشته باشند تا بازتاب‌های داخلی را کاهش دهند. (برخی از چشمی‌های بی‌کیفیت آن‌قدر تصاویر «شبح‌وار» در کنار تصویر اصلی ایجاد می‌کنند که اصطلاحاً به آن‌ها «جن‌زده» گفته می‌شود!) در چشمی‌های خوب لبه‌ی همه‌ی عدسی‌ها اندود سیاه شده‌اند تا هرگونه پراکشش نور را حذف کنند. و سرانجام نیز محافظ‌های لاستیکی چشم، که کمک می‌کنند تا چشم در فاصله‌ی مناسبی از چشمی قرار بگیرد و نیز نور ستاره را درون چشمی نگه می‌دارند، امروزه بر همه‌ی چشمی‌ها موجودند. اگر هم نباشند می‌توانید آن‌ها را جداگانه برای انواع چشمی‌ها با اندازه‌های گوناگون پیدا کنید.

<sup>۱</sup> - eyepiece





شکل ۱-۷

نمونه‌ای از مجموعه چشمی‌های باکیفیت ۱/۲۵ اینچی فراگیر در میان رصدگران. در این تصویر مجموعه‌ی سیریوس پلوسل اوربون را می‌بینید که فاصله کانونی‌هایی از ۴۰ تا ۶۳ میلی‌متر دارند. برای تمامی اهداف رصدی سه چشمی (با بزرگنمایی‌های کم، متوسط، و بالا) برای تمامی انواع ابزارهای رصدی مناسباند (دست‌کم در ابتدا).

چشمی‌ها در اندازه‌های بسیار متنوع و قطر لوله‌های مختلفی در دسترس‌اند. چشمی کوچک ۰/۹۶۵ اینچی (گاه به آن اندازه‌ی ژاپنی هم می‌گویند) معمولاً بر تلسکوپ‌های ارزان قیمت -به‌ویژه شکستی‌های ۲/۴ اینچی (۶۰ میلی‌متری) همه‌جا حاضر- یافت می‌شود که از ژاپن یا دیگر کشورهای آسیای شرقی می‌آیند. آن‌ها معمولاً میدان دید بسیار محدود، فاصله‌ی چشم نامناسب، و کیفیت اپتیکی نامطلوب دارند. چشمی ۱/۲۵ اینچی استاندارد آمریکایی یکی از چشمی‌هایی است که به‌طور وسیع بر تلسکوپ‌ها استفاده می‌شود. قطر بیشتر لوله استفاده از عدسی‌های بزرگ چندبخشی را راحت‌تر می‌کند که موجب بهبود فاصله‌ی چشم، میدان دید بازتر، و تصحیح بهتر اپتیک می‌شود. و سرانجام اندازه‌ی عظیم لوله‌ی ۲ اینچی که در برخی از طرح‌های پیچیده‌تر چشمی با میدان دید فرااباز امروزی استفاده می‌شود. آن‌ها آن‌قدر بزرگ‌اند و آن‌قدر قطعات شیشه‌ای دارند که گاهی «نارنجک‌های شیشه‌ای» نامیده می‌شوند. قیمت آن‌ها نیز گاه با برخی تلسکوپ‌ها برابری می‌کند! از میان چشمی‌های بسیاری که طی سال‌ها تولید شده‌اند، دو مدل کِلنر<sup>۱</sup> و اِرِفِل<sup>۲</sup> دو مدلی‌اند که میان رصدگران محبوبیت بسیاری دارند. در میان دیگر انواع محبوب امروز می‌توان به چشمی‌های اُرتوسکوپیک<sup>۳</sup> و پلوسل<sup>۴</sup> اشاره کرد که نه تنها عملکرد اپتیکی خوب و میدان دید باز دارند، بلکه

۱- Kellner

۲- Erfle

۳- Orthoscopic

۴- Plossl



شکل ۷-۲

یکی از چشمی‌های افسانه‌ای نگلر با میدان دید شگفت‌انگیز ۸۲ درجه که نماهایی خارق‌العاده از آسمان در اختیار می‌گذارد.

قیمت‌شان نیز بسیار مناسب است. از میان بسیار طرح‌های مدرن با میدان دید فرا باز، که امروز در دسترس رصدگران آسمان است، سری 'نگلر' با میدان دید بسیار وسیع (میدان دیدی تا ۸۲ درجه ارایه می‌کند- شکل ۷-۲ را ببینید) و تصحیحات اپتیکی با جدیدترین فناوری در میان بقیه پیشگام است. دو عامل ابتدایی میدان دید چشمی را تعیین می‌کنند. یکی میدان دید ظاهری<sup>۲</sup> است؛ یعنی گستره‌ی زاویه‌ای به واحد درجه و زمانی دیده می‌شود که از درون چشمی به سطحی روشن مانند آسمان روز نگاه کنید. این گستره ممکن است از ۴۰ درجه تا ۸۲ درجه باشد که به نوع چشمی، طراحی و مدل آن بستگی دارد. بیشتر چشمی‌هایی که امروز استفاده می‌شوند معمولاً میدان دید ظاهری مطلوبی به اندازه‌ی ۵۰ تا ۵۵ درجه دارند. عامل دیگر میدان دید واقعی<sup>۳</sup> است؛ وسعتی از آسمان که چشمی هنگام نصب بر تلسکوپی خاص پوشش می‌دهد. پیدا کردنش نسبتاً ساده است؛ به سادگی میدان ظاهری (که یکی از ارزش‌های طراحی چشمی است) را بر بزرگنمایی چشمی تقسیم کنید. پس چشمی‌ای با میدان ظاهری ۵۰ درجه و بزرگنمایی ۵۰ برابر بر تلسکوپی خاص، میدان دید

۱- Nagler

۳- actual field

۲- apparent field

واقعی یک درجه (یا دو قرص کامل ماه) ارایه می‌کند. در بزرگنمایی ۱۰۰ برابر میدان دید ۰/۵ درجه می‌شود و در بزرگنمایی ۲۰۰ برابر به ۰/۲۵ درجه کاهش می‌یابد. پس، هرچه قدرت بزرگنمایی یک چشمی بیشتر باشد بخش کوچک‌تری از آسمان را نشان می‌دهد. در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که یک درجه (۱°) معادل ۶۰ دقیقه‌ی قوس (۶۰') و یک دقیقه‌ی قوس معادل ۶۰ ثانیه‌ی قوس (۶۰") است. ماه در فاصله‌ی متوسط خود از زمین در آسمان اندازه‌ی ظاهری ۰/۵ درجه یا ۳۰ دقیقه‌ی قوس دارد.

تعیین بزرگنمایی هر چشمی بر هر تلسکوپ نیز به همین اندازه آسان است. بزرگنمایی (x) با تقسیم فاصله‌ی کانونی تلسکوپ بر فاصله‌ی کانونی چشمی به دست می‌آید. همان‌طور که در فصل سه گفتیم، فاصله‌ی کانونی، فاصله‌ی عدسی یا آینه تا نقطه‌ی کانون آن است که به واحدهای اینچ یا میلی‌متر بیان می‌شود. تلسکوپی با فاصله‌ی کانونی ۵۰ اینچ (یا ۱۲۵۰ میلی‌متر) که با یک چشمی یک اینچی (۲۵ میلی‌متری) استفاده شود بزرگنمایی ۵۰ برابر ارایه می‌کند.

تعویض چشمی با چشمی ۱/۲ اینچ (۱۲/۵ میلی‌متر) موجب افزایش بزرگنمایی به ۱۰۰ برابر می‌شود و چشمی ۱/۴ اینچ (۶ میلی‌متر) بزرگنمایی ۲۰۰ برابر ارایه می‌کند. بنابراین، هرچه فاصله‌ی کانونی چشمی کوتاه‌تر باشد بزرگنمایی بیشتری ارایه می‌کند و به همین ترتیب میدان دید واقعی آن نیز کوچک‌تر می‌شود. پس استفاده از چشمی‌هایی با بزرگ‌ترین میدان دید ظاهری ممکن مهم است. با این‌که امروز بیشتر تلسکوپ‌ها معمولاً به یک یا دو چشمی ابتدایی با کیفیت و با میدان دید ظاهری مطلوب مجهزند، شاید بخواهید تلسکوپ‌تان را با چشمی بهتری با میدان دید بازتر و بزرگنمایی کمتر ارتقا دهید؛ یکی با فاصله‌ی کانونی مثلاً بین ۲۶ تا ۳۲ میلی‌متر.

بیشتر تولیدکنندگان بزرگ تلسکوپ انواع گوناگونی از چشمی‌ها را نیز در اندازه‌ها، طرح‌ها و مدل‌ها تولید می‌کنند؛ از چشمی‌های متوسط با قیمت حدود ۵۰ هزار تومان تا مدل‌های عالی که قیمت‌شان به چند صد هزار تومان نیز می‌رسد! در این میان اوربون و اسکای واچر مجموعه‌ای با کیفیت از چشمی‌ها را در اندازه‌های گوناگون با قیمت‌های مناسب عرضه می‌کنند و مید و (به‌ویژه) ویلیام اپتیکس و تله‌وو نیز طرح‌های مرغوبی با چند عدسی را با فاصله‌های کانونی مختلف و اندازه‌های متنوع در میدان دید ظاهری با قیمت‌های بالاتر ارایه می‌کنند.

چشمی‌های زوم رسیدن به بزرگنمایی‌های مختلف را فقط با استفاده از یک چشمی مقدور می‌کنند. این چشمی‌ها همیشه نسبت به تک‌چشمی‌هایی با همان فاصله‌ی کانونی نامرغوب و پست محسوب می‌شوند؛ به‌سبب تغییراتی در میدان دید و فکوس و تغییراتی در بزرگنمایی. در تلاش برای تصحیح این مشکل، به‌تازگی مدل‌های جدیدی به بازار عرضه شده‌اند. مدل ۸-۲۴ میلی‌متر زوم ویلیام اپتیکس نسبت به مدل‌های زوم قبلی قطعاً پیشرفت محسوب می‌شود. مدل ۳-۶ میلی‌متر نگلر زوم (آشکارا به‌سبب دید با بزرگنمایی بالا در نظر گرفته شده است) در حد پایین خود (۳ میلی‌متر) دارای میدان دید ظاهری ۵۰ درجه است و در بازار جهانی به قیمت ۳۸۰ دلار به فروش می‌رسد. اوربون و اسکای واچر یک مدل چشمی زوم ۷-۲۱ میلی‌متر دارند که میدان دید ظاهری آن از ۴۳ درجه به ۳۰ درجه تغییر می‌کند و بسیار ارزان‌تر از مدل‌های مشابه است. اما برای آن دسته

از ما، که از میدان دید وسیع و گسترده در چشمی لذت می‌بریم، حتی این زوم‌های پیشرفته -با وجود راحتی‌شان- هنوز با کیفیت بالایی که یک تک‌چشمی فراهم می‌کند بسیار فاصله دارند.

## جوینده

یکی دیگر از لوازم جانبی همراه تلسکوپ، که عموماً زیاد به آن توجه نمی‌شود جوینده‌ی<sup>۱</sup> آن است. جوینده تلسکوپ یا ابزار دید کمکی کوچکی است که بر بدنه‌ی تلسکوپ اصلی نصب می‌شود تا به کمک چشمی کم‌بزرگنمایی و میدان دید باز آن بتوان به راحتی اجرام آسمانی را نشانه گرفت و آن‌ها را در مرکز میدان دید کوچک چشمی تلسکوپ اصلی قرار داد. چشمی تلسکوپ معمولاً میدان دیدی ۵ یا ۶ درجه‌ای (مشابه دوربین‌های دوچشمی) دارند که یافتن اجرام آسمانی را آسان می‌کند. وقتی جوینده، با استفاده از پیچ‌های تنظیم ریز، با تلسکوپ اصلی هم‌خط شود -به طوری که هر دو به یک بخش از آسمان نشانه بروند- هر هدفی که در وسط چشمی جوینده باشد حتماً در مرکز چشمی تلسکوپ نیز قرار می‌گیرد. بزرگنمایی معمولاً از ۶ یا ۷ برابر برای جوینده‌های کوچک تا ۱۰ یا ۱۲ برابر برای جوینده‌های بزرگ تغییر می‌کند.



شکل ۷-۳

جوینده‌ی اپتیکی متداول مستقیم. برخلاف این مدل ۹×۵۰، جوینده‌های بسیاری از تلسکوپ‌های کوچک بیش از حد کوچک و معمولاً بی‌مصرف‌اند.

۱- finder



قانونی کلی می‌گوید که گشودگی دهانه‌ی جوینده باید یک-چهارم خود تلسکوپ باشد. پس تلسکوپی ۴ اینچی باید جوینده‌ای یک اینچی داشته باشد، تلسکوپ ۸ اینچی جوینده‌ی ۲ اینچی، و تلسکوپ ۱۲ اینچی جوینده‌ی ۳ اینچی. اما معمولاً تولیدکنندگان در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر از این قاعده پیروی نمی‌کنند. و باوجودی که این قانون درباره‌ی تلسکوپ‌های ۲ تا ۴ اینچی تبعیت می‌شود، کیفیت اپتیکی معمولاً بسیار ضعیف است. جوینده‌ی یک اینچی (یا ۲۵ میلی‌متری؛ اندازه‌ی جوینده‌ها را معمولاً به واحد میلی‌متر بیان می‌کنند) روی تلسکوپی ۴ اینچی زیاد مناسب نیست. اندازه‌ی ایده‌آل جوینده، برای تلسکوپ‌های ۴ تا ۸ اینچی، گشودگی دهانه‌ی ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر) و بزرگنمایی ۷ برابر و به همین ترتیب مقادیر بزرگ‌تر برای تلسکوپ‌های بزرگ‌تر است. حتی برای تلسکوپی ۲ اینچی نیز داشتن چنین جوینده‌ای مفید است. جوینده‌های کوچک برای دیدن اجرام درخشان، مانند ماه و سیارات، مناسب‌اند اما تقریباً برای آشکار ساختن اهداف کم‌فروغ‌تر، مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها، بی‌استفاده‌اند.

داشتن جوینده‌ای خوب، اغلب نیازمند روزآمد کردن جوینده‌ای است که همراه تلسکوپ به شما عرضه می‌شود؛ یا در زمان خرید تلسکوپ از تولیدکننده‌ی اصلی یا در خریدهای بعدی از دیگر عرضه‌کنندگان این کالا. بیشتر تولیدکنندگان تلسکوپ، جوینده هم می‌فروشند که قیمت آن‌ها از چند ده تا بیش از صدهزار تومان، بسته به اندازه‌شان، متغیر است. توجه داشته باشید که برخی از آن‌ها ممکن است به چُپقی‌های قائم (به مطلب بعدی توجه کنید)، که برای آسان‌تر کردن نشانه‌گیری درون‌شان ساخته می‌شوند، مجهز باشند.



شکل ۴-۷

جوینده‌ی واحد (بدون بزرگنمایی) با نمای بازتابی مانند همانی که امروز در تلسکوپ‌ها به جای (یا همراه) جوینده‌های اپتیکی متداول استفاده می‌شود. این جوینده به این ترتیب کار می‌کند که یک نقطه‌ی قرمز LED را بر بی‌نهایت در میدان دیدی ۱۰ درجه‌ای از آسمان کانونی می‌کند و دقیقاً نقطه‌ای را نشان می‌دهد که تلسکوپ نشانه رفته است.



هرچند، نه تنها همچنان باید برای نشانه‌گیری ابتدایی از درون لوله نگاه کنید، بلکه این چُقی تصویر برگردان جانبی از آسمان می‌سازد که ممکن است برای مبتدیان گیج‌کننده باشد. به این نکته هم باید اشاره کنیم که بسیاری از دستگاه‌های گوتوی جدید که همراه تلسکوپ‌ها عرضه می‌شوند (همان‌طور که در فصل ۳ بحث شد) چنان دقیق‌اند که نیازی به جوینده ندارند. اما برای نشانه‌گیری سریع اجرام درخشان مناسب چشم برهنه (غیرمسلح) همچنان داشتن جوینده مفید است.

در سال‌های اخیر، نوع جدیدی از جوینده به‌طور فزاینده‌ای جایگزین جوینده‌های اُپتیکی سنتی بر تلسکوپ‌ها شده است. این جوینده‌ی بدون بزرگنمایی<sup>۱</sup> (در حقیقت بزرگنمایی آن یک - به اندازه‌ی توان چشم انسان - است!) ابزاری است که وقتی از درونش آسمان را نگاه می‌کنید نقطه‌ی قرمزی را بر آسمان می‌اندازد - که معمولاً بر مرکز دایره‌ای قرار می‌گیرد. به این ترتیب، حرکت از اطلس آسمان به سوی خود آسمان، در حین نشانه‌گیری با تلسکوپ، سریع و آسان و به‌طرز اعجاب‌آوری دقیق می‌شود. نمونه‌ی اصلی و همچنان یکی از بهترین نمونه‌های چنین ابزاری، که اکنون در بازار جهانی یافت می‌شود، نوع مشهور تلراد<sup>۲</sup> ابداع مرحوم استیو کوفلد<sup>۳</sup> است. اگر این ابزار همراه تلسکوپ انتخابی شما نیست، می‌توانید آن را به تولیدکنندگان گوناگون سفارش دهید. به نظر می‌رسد که بسیاری از رصدگران ترجیح می‌دهند هر دو جوینده‌ی بدون بزرگنمایی و اُپتیکی را داشته باشند - اولی برای نشانه‌گیری سریع به سوی هدف مورد نظر و دومی برای شناسایی بیشتر و به‌دقت قرار دادن هدف در مرکز چشمی استفاده می‌شود.

## چُقی

معمولاً در کارتونها یا کاریکاتورها، رصدگران را چنین تصویر می‌کنند که مستقیم از درون لوله‌ی دراز تلسکوپی شکستی مشغول تماشای آسمان‌اند. این تصویر کاملاً گمراه‌کننده است. برای تماشای اجسام روی زمین یا کمی بالاتر از افق این روش به‌خوبی کارساز است، اما بیشتر اجرام آسمانی بسیار بالاتر از افق قرار دارند - حتی در سَرسو (نقطه‌ی بالای سر ناظر) - چنان‌که ممکن نیست برای دیدن آن‌ها به‌طور مستقیم و از درون تلسکوپی شکستی بتوانیم گردن‌مان را این همه کج کنیم. این موضوع درباره‌ی بازتابی‌های کاسگرین و دستگاه‌های کاتادیوپتريک نیز صدق می‌کند: ابزارهایی که در حقیقت از انتهای لوله‌شان رصد می‌کنیم. (این موضوع در تلسکوپ‌های بازتابی مایه‌ی نگرانی نیست زیرا رصدگر از کنار لوله‌ی تلسکوپ به منظره نگاه می‌کند.) برای غلبه بر این مشکل از چُقی<sup>۴</sup> استفاده می‌کنیم.

این وسیله از دو لوله تشکیل شده که با زاویه‌ی قائم به یکدیگر متصل شده‌اند. محل اتصال دو

۱- zero-power finder or unit-power finder

۳- Steve Kufeld

۲- Telrad

۴- Star Diagonal



شکل ۵-۷

در اینجا یک چُقی منشوری متداول در تلسکوپ‌های شکستی، بازتابی کاسگرین، و کاتادیوتریک را می‌بینید. یک سرش وارد لوله‌ی تلسکوپ می‌شود و به سر دیگرش (با پیچ‌های قفل‌شونده) چشمی را می‌پذیرد.



شکل ۶-۷

چُقی آینه‌ای با آپتیک عالی که کیفیت تصویرش، به‌گفته‌ی بسیاری از رصدگران دقیق، از چُقی‌های منشوری استاندارد بهتر است.

لوله، محفظه‌ای است شامل یک منشور قائمه‌ی دقیق یا آینه‌ی تختی با زاویه‌ی ۴۵ درجه. یکی از دو لوله به محل فکوسر تلسکوپ پیچ می‌شود و به سر لوله‌ی دیگر چشمی نصب می‌شود. پرتو نور هم‌گراشده در عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی، به کمک چُقی ۹۰ درجه نسبت به محور آپتیکی می‌چرخد و به محلی می‌رسد که می‌توان، به راحتی و بدون کج کردن گردن و پشت، تصویر را رصد کرد. این ابزار یکی از تجهیزات استاندارد است که امروزه همراه هر تلسکوپ شکستی و جمع‌وجوری عرضه می‌شود و نیز می‌توان آن را به صورت جداگانه به صورت لوازم جانبی از هر تولیدکننده‌ای خرید. چُقی‌های منشوری را می‌توان با قیمت چند ده هزار تومان تهیه کرد، درحالی که قیمت چُقی‌های آینه‌ای کمی گران تر است.

لازم است اشاره کنیم که چُپقی آینه‌ای از جرم رصدشده تصویر برگردان جانبی ایجاد می‌کند؛ بنابراین در تصویر، اجرام سمت راست‌شان بالا قرار می‌گیرد و نیز برگردان (چپ-به-راست) هستند. به این ترتیب تصمیم‌گیری برای جهت حرکت چشمی گیج‌کننده می‌شود تا زمانی که به این روش عادت کنید. برای این که چپ و راست را پیدا کنید کمی صبر کنید تا تصویر درون میدان دید چشمی حرکت کند (اگر موتور ردیاب تلسکوپ روشن است آن را خاموش کنید). ستاره‌ها از شرق وارد میدان دید می‌شوند و از غرب خارج می‌شوند. نشانه رفتن با تلسکوپ به سوی ستاره‌ی قطبی، جُدی، به شما جهت شمال را نشان می‌دهد.

نوع دیگری از چُپقی همراه برخی از تلسکوپ‌های مخصوص تماشای مناظر زمینی عرضه می‌شود که به چُپقی منشوری قائم<sup>۱</sup> معروف است. این چُپقی تصویر را، به جای ۹۰ درجه، ۴۵ درجه می‌چرخاند و تصویری کاملاً درست ارائه می‌کند. اما نه تنها استفاده از آن‌ها برای رصد آسمان، به سبب زاویه‌ی چرخش نور، آزاردهنده است بلکه منشوری که تصویر را قائم می‌کند در اجرام درخشان، مانند سیارات و ستاره‌های قدر یک، خط درخشان واضحی پدید می‌آورد. در نتیجه، آن‌ها را قطعاً برای اهداف رصدی-نجومی توصیه نمی‌کنم!

## عدسی‌های بارلو

ابزاری جادویی وجود دارد که به‌طور مؤثر نسبت کانونی هر تلسکوپ را دو یا سه برابر می‌کند، درحالی‌که طول خودش چند سانتی‌متر بیشتر نیست! این ابزار، که به یاد مخترعش عدسی بارلو<sup>۲</sup> نام دارد، از یک عدسی آکروماتیک مقعر (گاهی متشکل از سه عدسی به جای دو عدسی) تشکیل شده که درون لوله‌ای کوتاه قرار می‌گیرد که یک سرش به چشمی و یک سرش به فکوسر تلسکوپ متصل می‌شود. با افزایش استفاده از تلسکوپ‌های شکستی کوتاه-کانون و بازتابی‌های دابسونی سریع، این افزاینده‌های نسبت کانونی<sup>۳</sup> محبوبیتی تازه در میان رصدگران به دست می‌آورند.

عدسی مقعر بارلو زاویه‌ی هم‌گرایی نوری را، که توسط عدسی شیئی یا آینه‌ی اصلی تلسکوپ کانونی می‌شود، کاهش می‌دهد و همین موجب می‌شود که آینه در تلسکوپ‌های بازتابی دورتر از فاصله‌ی واقعی‌اش از کانون به نظر برسد. این موضوع به‌طرز مؤثری فاصله‌ی کانونی و نسبت کانونی دستگاه را افزایش می‌دهد. عدسی‌های بارلو عموماً برای افزایش ۲ تا ۳ برابری بزرگنمایی ساخته می‌شوند. بزرگنمایی واقعی ذکرشده روی آن‌ها بستگی به چشمی‌ای دارد که در فاصله‌ای معین از عدسی مقعر در لوله قرار داده می‌شود؛ هرچه فاصله‌ی چشمی از عدسی بیشتر باشد بزرگنمایی نیز افزایش می‌یابد. (در برخی از بارلوها از این اصل ساده استفاده شده تا گستره‌ای از

۱- erecting prism diagonal

۳- focal extender

۲- Barlow lens



شکل ۷-۷

طول این عدسی بارلو  $2\times$  فقط ۳ اینچ است و به طرز مؤثری بزرگنمایی هر چشمی‌ای را دو برابر می‌کند. مدل‌های دیگر بزرگنمایی‌های ۲.۵ و ۳ برابر ارایه می‌کنند (یا حتی بیشتر با استفاده از لوله‌های افزایشنده یا اکستندر، همان‌طور که در متن اشاره شده است).

بزرگنمایی‌ها ارایه شود. برخی رصدگران با اضافه کردن افزایشنده (اکستندر) قدرت بارلوهای ۲ یا ۳ برابر خود را به ۶ برابر یا بیشتر رسانده‌اند! همچنین به این نکته توجه کنید که ترکیب چشمی-بارلو معمولاً به صورت ترکیبی واحد درون چقی قرار می‌گیرد. اما اگر در عوض، خود چشمی درون چقی قرار بگیرد و بارلو جلو آن روی تلسکوپ نصب شود، طول اضافه‌ی مسیر اپتیکی درون چقی تا چشمی به طور مؤثری بزرگنمایی آن را نیز افزایش می‌دهد.

رصدگران خورشید، ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی مدت‌ها از عدسی‌های بارلو برای افزایش مقیاس تصویر و بزرگنمایی اجرام استفاده می‌کردند. مزیت بزرگ این ابزار برای رصدگران کمترجذبی این است که رسیدن به بزرگنمایی‌های بالاتر را با استفاده از چشمی‌هایی با فاصله‌ی کانونی بلندتر از معمول ممکن می‌سازند. چنین چشمی‌هایی، نسبت به چشمی‌هایی با فاصله‌ی کانونی کوتاه‌تر، دارای عدسی بزرگ‌تر، میدان دید ظاهری گسترده‌تر، و فاصله‌ی چشمی راحت‌ترند. پس چشمی‌ای با فاصله‌ی کانونی ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) که با بارلو ۳ برابر ترکیب و روی تلسکوپی با فاصله‌ی کانونی ۱۲۵۰ میلی‌متر (۵۰ اینچی) نصب شود دارای بزرگنمایی در حدود ۱۵۰ برابر ( $50 \times 3$  برابر) است. برای این که با یک چشمی تنها به این بزرگنمایی برسیم باید فاصله‌ی کانونی چشمی حدود ۸ میلی‌متر باشد. عدسی‌های بارلو معمولاً یکی از لوازم جانبی همراه تلسکوپ‌های تجاری نیستند. اما می‌توانید آن‌ها را با قیمت‌هایی از حدود ۴۰ هزار تا بیش از ۲۰۰ هزار تومان (برای مرغوب‌ترها) از بسیاری از تولیدکنندگان تهیه کنید. به این ترتیب می‌توانید با سرمایه‌گذاری متوسط تنوع چشمی‌های خود را افزایش دهید!



## کلاهک‌های شبنم / سپرهای نوری

تلسکوپ‌های بازتابی به مدل‌های توکار کلاهک‌های شبنم، سپرهای نوری<sup>۱</sup> مجهزند، زیرا آینه‌ی اصلی در انتهای زیرین لوله‌ی آن‌ها قرار دارد. اما در تلسکوپ‌های شکستی و کاتادیوپتريک باید بخشی به لوله‌ی آن‌ها اضافه شود تا از تشکیل شبنم بر بخش‌های اپتیکی جلویی و نیز از ورود نورهای مزاحم به دستگاه جلوگیری شود. هرچند امروز تلسکوپ‌ها به همراه کلاهک‌های شبنم، سپرهای نوری عرضه می‌شوند معمولاً آن‌ها آن قدر کوتاه‌اند که درواقع هیچ محافظتی انجام نمی‌دهند. و عجیب این‌که تقریباً همه‌ی تلسکوپ‌های کاتادیوپتريک بدون این ابزار عرضه می‌شوند! به هر حال، رصدگر می‌تواند (و قطعاً باید) یا به کمک مقوای سیاه و کدر و انعطاف‌پذیر محافظی بسازد یا در زمان خرید تلسکوپ، یکی از تولیدکننده بخرد. داشتن آن‌ها برای هرکس که تلسکوپ شکستی یا کاتادیوپتريک دارد مفید است. (قانونی کلی می‌گوید که طول کلاهک‌های شبنم، سپرهای نوری باید ۱/۵ برابر گشودگی دهانه‌ی تلسکوپ و برای این‌که کاملاً مؤثر باشند باید ۲/۵ برابر آن باشد. مسئله‌ی اصلی این است که این طول نباید آن قدر زیاد باشد که گشودگی مؤثر دهانه را کاهش دهد. این را می‌توانید با نگاه کردن از درون تلسکوپ بدون چشمی به آسمان روز بررسی کنید.)

## دیگر ابزارها

لوازم جانبی که در ادامه معرفی می‌شوند فقط به منظور تکمیل ابزارهای شما می‌آیند. برخی از آن‌ها هرگز لوازم جانبی استاندارد همراه تلسکوپ‌ها نیستند و بسیاری از آن‌ها نیز موارد استفاده‌ی محدود (به‌ویژه برای رصدگران مبتدی) دارند.

چشمی دو چشم<sup>۲</sup> نام ابزاری است که دیدن با هر دو چشم را با تلسکوپ امکان‌پذیر می‌کند. با این‌که، در تقسیم پرتو نور دریافتی به دو پرتو مجزا، بخشی از نور هدر می‌رود اما -همچون در رصد با دوربین‌های دوچشمی- تضاد تصویر، قدرت تفکیک، مشاهده‌ی رنگ، و حساسیت به سطوح پایین نور همگی نسبت به تماشا با فقط یک چشم افزایش می‌یابند. همچنین توهّم شگفت‌انگیز احساس عمق در تماشای اجرامی نظیر ماه که ناظر احساس می‌کند در مداری اطراف ماه غوطه‌ور است! نکته‌ی منفی فقط هزینه است. این ابزار نه تنها خودش گران‌قیمت است (بیش از ۲۰۰ هزار تومان) بلکه برای استفاده از آن در هر بزرگنمایی به دو چشمی کاملاً یکسان نیاز دارید. به بیان دیگر، کلاً به دو مجموعه چشمی نیاز دارید! چشمی دو چشم مستقیم به لوله‌ی تلسکوپ بازتابی و به چپ‌ی تلسکوپ شکستی و کاتادیوپتريک (که عموماً جابه‌جایی فکوس وسیعی دارند) متصل می‌شود (در اینجا مهم است که اطمینان حاصل کنیم که میزان جابه‌جایی فکوس تلسکوپ برای تطبیق مسیر نور از ورودی به سوی چشمی‌ها کافی است؛ اگر نیست می‌توان از

۱- dew caps / light shields

۲- binocular viewers





شکل ۷-۸

چشمی دوچشمی به شما اجازه می‌دهد با هر دو چشم با تلسکوپ رصد کنید. توجه داشته باشید که برای استفاده از این ابزار به دو چشمی با فاصله‌ی کانونی یکسان نیاز دارید. برخی از رصدگران درواقع دو مجموعه‌ی کامل از چشمی‌های یکسان برای استفاده بر چشمی دوچشمی خود دارند!

یک عدسی بارلو نصب‌شده جلوتر از ورودی برای افزایش فاصله‌ی کانونی استفاده کرد.)

نگهدارنده‌ی گردان چشمی<sup>۱</sup> ابزاری است که به شما امکان می‌دهد در آن واحد سه تا شش چشمی را (بسته به مدل آن) در دسترس داشته باشید و بتوانید به سرعت برای تغییر سریع بزرگنمایی با یک چرخش از آن‌ها استفاده کنید. خود نگهدارنده نوعی چپقی منشوری است که مستقیم، مانند دیگر چپقی‌ها، به لوله‌ی تلسکوپ نصب می‌شود. شرکت یونیترون، با نگهدارنده‌ی گردان چشمی یونی‌هکس<sup>۲</sup> خود، نخستین عرضه‌کننده‌ی این ابزار بود. توجه کنید که چشمی‌هایی که زیاد استفاده ندارند باید گاه‌به‌گاه از شبنم پاک شوند (پاراگراف بعدی را ببینید).

نوار تبخیرکننده‌ی شبنم<sup>۳</sup> یا «شبنم‌پاک‌کن»<sup>۴</sup> از شکل‌گیری رطوبت آزادنده روی عدسی چشمی چشمی‌ها، که در معرض هوا قرار دارند، و نیز عدسی‌های شیئی، تیغه‌های تصحیح‌کننده، و حتی آینه‌های ثانویه جلوگیری می‌کند. اجزای گرم‌کننده معمولاً با روکشی از نوار نایلونی کشسان پوشانده شده‌اند و با چسب ولکرو<sup>۵</sup> دور سطوح مختلف اپتیکی می‌چسبند و انرژی گرم‌شدن خود را از منبع تغذیه‌ی برق دی‌سی ۱۲ ولت، مانند باتری خودرو یا منبعی دیگر، دریافت می‌کنند. درحالی‌که

۱- rotary eyepiece holder

۳- dew heating strip

۲- Unihex

۴- dew zapper

۵- یا Velcro. نام نوعی اتصال‌دهنده متشکل از دو نوار قفل‌شونده‌ی نایلونی است که یکی قلاب‌های کوچک و دیگری

روزنه‌های کوچک دارد.

کلاهک‌های شبنم، که در بالا شرح دادیم، عموماً بدون اتصال به منابع گرمایی به‌نحو مناسبی از عدسی‌های شیئی و تیغه‌های تصحیح‌کننده محافظت می‌کنند، چشمی‌ها به‌ویژه در برابر پاک کردن شبنم آسیب‌پذیرند. (مثلاً عدسی‌های جوینده چنین‌اند) آن‌ها را نباید هرگز بی‌محافظ در معرض هوای شب قرار دهید؛ مثلاً در جعبه‌ی چشمی‌هایی که درش باز باشد. به‌جز چشمی‌ای که بر تلسکوپ نصب است و همان زمان از آن استفاده می‌کنید، باقی چشمی‌ها را در جعبه‌ی درسته نگه دارید. توجه داشته باشید که در نگاه‌دارنده‌های گردان چشمی، که در آن‌ها چشمی‌ها بی‌حفاظ در برابر هوا قرار می‌گیرند، باید درپوش چشمی‌ها را بگذارید تا زمانی که نوبت به استفاده از آن‌ها برسد. (بسیاری از رصدگران امروز از سشوار برای خشک کردن شبنم و رطوبت روی سطوح اپتیکی تلسکوپ‌شان استفاده می‌کنند، اما باید مواظب باشند که زیادی به آن‌ها حرارت ندهند! درضمن، در این صورت شما ابتدا اجازه می‌دهید شبنم شکل بگیرد و سپس با آن مقابله می‌کنید، درحالی‌که نوارهای گرم‌کن شبنم از ابتدا از شکل‌گیری آن جلوگیری می‌کنند.)

مستقیم‌کننده‌ی تصویر<sup>۱</sup> معمولاً همراه برخی تلسکوپ‌های شکستی کوچک است تا برای تماشای مناظر زمینی تصاویر را مستقیم کند. لوله‌ی بلند این ابزار استفاده از آن را روی تلسکوپ آزاردهنده می‌کند و کیفیت اپتیک آن‌ها هم زیاد جالب نیست. یک چقیق مستقیم‌کننده‌ی تصویر (که پیش‌تر معرفی کردیم) راه بسیار مناسب‌تر و، از نظر اپتیکی، عالی‌تری برای تصحیح کامل تصویر برای تماشای مناظر زمینی است.

کاهنده‌ی فاصله‌ی کانونی<sup>۲</sup> را می‌توان «بارلو معکوس» دانست زیرا فاصله‌ی کانونی مؤثر تلسکوپ را کاهش می‌دهد. این ابزار در اصل برای استفاده بر تلسکوپ‌های کاتادیوپتیک با فواصل کانونی بلند (معمولاً  $f/10$  تا  $f/14$ ) ساخته شد تا، با کاهش فاصله‌ی کانونی آن‌ها به نصف مقدار اولیه، سرعت عکاسی را در این تلسکوپ‌های کند بالا ببرد. به این ترتیب هم کمترین بزرگنمایی قابل دسترس تلسکوپ کاهش می‌یافت و هم بیشترین میدان دید واقعی تلسکوپ افزایش می‌یافت. هرچند، کاهنده‌ی فاصله‌ی کانونی ظاهراً در کار رصدی استفاده‌های محدودی در میان رصدگران دارد.

تقاب دهانه<sup>۳</sup> برای کاهش گشودگی مؤثر دهانه‌ی تلسکوپ استفاده می‌شود. بسیاری از رصدگران بر این باورند که کاهش گشودگی دهانه، کیفیت بصری تصویر را افزایش و لرزش و حرکت تصویر را تا حدی کمتر از شرایط ایده‌آل جوی کاهش می‌دهد. این رصدگران حتی تا آنجا پیش می‌روند که مدعی‌اند دهانه‌ی کوچک‌تر کمتر تحت تأثیر دید (seeing) بد جوی قرار می‌گیرد؛ احتمالاً به این سبب که «سلول‌های» آشفتگی‌های جوی به‌طور متوسط قطری حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر دارند و به این ترتیب در هر لحظه یک یا دو عدد از آن‌ها در میدان دید قرار می‌گیرند، درحالی‌که در محدوده‌ی گردآوری نور تلسکوپی بزرگ‌تر تعداد بیشتری قرار می‌گیرند. اما باوجودی که کاهش گشودگی دهانه در هنگام رصد خورشید، ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی در شرایط دید بد کیفیت تصویر را بالا می‌برد، در

1- image erector

۳- aperture mask

۲- focal reducer

همان حال کلاً توان تفکیک و توان گردآوری نور تلسکوپ را کاهش می‌دهد. شما می‌توانید این نقاب‌ها را حتی با استفاده از یک مقوا و درآوردن دایره‌ای کوچک‌تر از دهانه‌ی تلسکوپ در آن خودتان بسازید. توجه کنید که این دایره را در تلسکوپ‌های شکستی باید روی محور و در تلسکوپ‌های بازتابی و کاتادیوپتیک خارج از محور قرار دهید تا در امتداد آینه‌ی ثانویه قرار نگیرند.

تصحیح‌کننده‌ی خطای گیسو<sup>۱</sup> دقیقاً همان کاری را می‌کند که از نامش برمی‌آید؛ یعنی میزان خطای گیسو (کُما) را در تلسکوپ‌های نیوتنی کوتاه-کانون سریع (۴/۳ تا ۴/۶) کاهش می‌دهد. این ابزار برای تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی عظیم محبوب امروزی بسیار مفید است که بیشتر آینه‌های سه‌موی آن‌ها ۴:۴/۵ هستند و بازتاب‌های قابل‌توجهی از تصاویر در فاصله‌ی کوتاهی از مرکز میدان دید چشمی ایجاد می‌کنند. تعدادی از این ابزار امروزه به‌صورت تجاری یافت می‌شود؛ مدل پاراکر<sup>۲</sup> تله‌وو یکی از آن‌ها و شاید بهترین نمونه‌ای است که تا به حال ساخته شده. مانند برخی از چشمی‌های مشهور میدان باز سری نگلر این شرکت، که پیش‌تر شرح دادیم، این تصحیح‌کننده‌ها نیز هم‌قیمت یک تلسکوپ کوچک مقدماتی است! اما بهبود کیفیت تصویر و میدان دید مفید آن‌ها به‌خوبی به قیمت بالای‌شان می‌ارزد، البته برای کسانی که توانایی تقبّل این هزینه را دارند.

پارچه‌ی عکاسان<sup>۳</sup> درواقع قطعه پارچه‌ای سیاه و کدر است که رصدگر روی سرش و ناحیه‌ی چشمی تلسکوپ می‌اندازد تا از مزاحمت نورهای اطراف جلوگیری و تطابق چشم با تاریکی را حفظ کند (فصل ۸ را ببینید). این ابزار هم در فروشگاه‌های فروش تلسکوپ در دسترس است و هم به‌راحتی می‌توان آن را ساخت. در عمل، استفاده از این پارچه‌ها البته کمی خفه‌کننده است مخصوصاً در شب‌های گرم و مرطوب و نیز موجب تعجب غریبه‌هایی می‌شود که شما را ببینند!

روکش تلسکوپ<sup>۴</sup> برای حفاظت از اپتیک حساس تلسکوپ (و مقرش) از گردوغبار، رطوبت، و دیگر آلاینده‌های هوایی در همه‌ی زمان‌هایی استفاده می‌شود که از تلسکوپ استفاده نمی‌کنید. این روکش‌ها ممکن است فقط شامل روکشی پلاستیکی برای انداختن روی بدنه‌ی تلسکوپ باشند، گاهی نیز شامل دو درپوش پلاستیکی با اندازه‌ی مشخص‌اند که برای پوشاندن سر و ته لوله‌ی تلسکوپ، در بازتابی‌ها و عدسی شیئی یا تیغه‌ی تصحیح‌کننده در تلسکوپ‌های شکستی و کاتادیوپتیک، و نیز چشمی و جوینده استفاده می‌شوند. بهترین راه برای تمیز نگه داشتن تلسکوپ این است که نگذارید کثیف شود! اگر همراه تلسکوپ‌تان چنین چیزی نیست، می‌توانید به‌سادگی از انواع روکش‌های پلاستیکی محافظ استفاده کنید.

فیلترها<sup>۵</sup> انواع مختلف دارند و برای مقاصد مختلف امروزه به‌صورت تجاری در دسترس‌اند تا بر تلسکوپ‌ها استفاده شوند. در این میان می‌توان به این فیلترها اشاره کرد: فیلتر خورشیدی، ماه، سیارات، سحابی، و آلودگی نوری.

۱- coma corrector

۲- Paracorr

۳- photographer's cloth

۴- telescope cover

۵- filter

به جز فیلتر خورشیدی، که بر سر بالایی لوله‌ی تلسکوپ نصب می‌شود (این فیلتر هرگز روی چشمی نصب نمی‌شود)، دیگر فیلترها به سر جلویی لوله‌ی چشمی‌های استاندارد، که کاملاً رزوه شده‌اند، پیچ می‌شوند. من خودم شخصاً هرگز طرفدار استفاده از فیلترها نبوده‌ام (البته مطمئناً به جز فیلتر خورشیدی که استفاده از آن نه دلبخواهی بلکه الزامی است!) اما آن‌ها هر کدام مخصوص هدفی ساخته شده‌اند. رصدگران سیارات سال‌هاست با استفاده از آن‌ها عوارض سطحی و جوّی سیارات را تقویت می‌کنند و مجموعه‌ای کامل از آن‌ها را می‌توان با قیمت کمتر از چند ده هزار تومان خرید. بسیاری از رصدگران اعماق آسمان امروز به‌طور مرتب از فیلترهای سحابی و آلودگی نوری استفاده می‌کنند تا امکان دیده شدن اجرام کم‌فروغ را افزایش دهند. ساخت این فیلترها بسیار تخصصی‌تر و مشکل‌تر از فیلترهای سیاره‌ای است و قیمت یکی از آن‌ها از حدود صد هزار تومان آغاز می‌شود. شاید بهتر باشد ابتدا از تلسکوپ جدیدتان استفاده کنید تا دریابید بیشتر به چه زمینه‌ای علاقه دارید و بعد به سراغ خرید فیلتر مخصوص آن رصد بروید. فیلترهای خورشیدی شیشه‌ای تمام-دهانه از حدود صد هزار تومان به بالا، بسته به اندازه‌شان، در دسترس‌اند و برای رصد خورشید قطعاً الزامی‌اند. فیلترهای کم‌قیمت‌تر اما همچنان ایمن مایلار<sup>۱</sup> نیز در مقیاس وسیعی استفاده می‌شوند. (که در ایران نیز در دسترس‌اند - مترجم)

ریزنسج<sup>۲</sup> ابزاری است برای اندازه‌گیری اندازه و جدایی زاویه‌ای اجرام آسمانی (معمولاً به ثانیه‌ی قوس) و موقعیت نسبی آن‌ها (یا زاویه‌ی موقعیت). نوعی از آن که امروز محبوب‌تر و کم‌هزینه‌تر شده چشمی ریزنسج رتیکل<sup>۳</sup> است که قیمتش با یک چشمی خوب برابری می‌کند و در آن دو تار موماند بر میدان دید چشمی کار ریزنسجی را انجام می‌دهند. ریزنسج‌ها معمولاً برای اندازه‌گیری جدایی و زاویه‌ی موقعیت ستاره‌های دوتایی (به‌ویژه منظومه‌های دوگانه) استفاده می‌شوند؛ فعالیتی که برای منجمان آماتور، که مدام به دنبال یک برنامه‌ی رصدی مفید می‌گردند، بسیار جالب است. برای کسب اطلاعات بیشتر درباره‌ی ریزنسج‌ها و استفاده از آن‌ها برای رصد ستاره‌های دوتایی کتاب‌های رصد و اندازه‌گیری ستاره‌های دوتایی بصری<sup>۴</sup> نوشته‌ی باب آرگایل<sup>۵</sup> (۲۰۰۴) و ستاره‌های دوتایی و چندتایی و نحوه‌ی رصد آن‌ها<sup>۶</sup> نوشته‌ی جیمز مالنی (۲۰۰۵) از انتشارات Springer را بخوانید.

نورسنج<sup>۷</sup> ابزاری برای اندازه‌گیری روشنایی یا قدر ظاهری اجرام آسمانی (به‌ویژه ستاره‌ها) در طول موج‌های مرئی یا غیره که معمولاً شامل سلول‌های نوری حساس و مدارهای الکترونیکی است. برای منجمان آماتور، بیشتر به کار بررسی تغییرات روشنایی ستاره‌های متغیر می‌آید. نورسنج‌های تجاری بسیار کم در دسترس‌اند و به همین سبب بیشتر افراد خودشان آن را می‌سازند.

۱- Mylar®

۲- micrometer

۳- reticle

۴- *Observing and Measuring Visual Double Stars*

۵- Bob Argyle

۶- *Double and Multiple Stars and How to Observe Them*

۷- photometer



طیف‌سنج<sup>۱</sup> ابزاری است متشکل از یک یا چند منشور یا توری پراش به‌دقت شبکه‌بندی‌شده که برای تجزیه‌ی نور اجرام آسمانی به رنگ‌ها یا طول‌موج‌های سازنده استفاده می‌شود. به این ترتیب می‌توان اطلاعات فیزیکی جالبی درباره‌ی آن‌ها، مانند دما، ترکیبات، اندازه، و سرعت‌های چرخشی و فضایی، به دست آورد. برای آماتورها نکته‌ی جالب در استفاده از این ابزار دیدن خطوط و نوارهای جذبی در طیف نور انواع گوناگون ستاره‌هاست. در سال‌های گذشته، شرکت ادموند نوعی طیف‌سنج چشمی به بازار عرضه کرد که بسیار محبوب شد و ممکن است هنوز بتوان آن را در بازار لوازم دست‌دوم یافت. امروز، شرکت رین‌بو آپتیکس<sup>۲</sup>، در کنار چند شرکت دیگر، طیف‌سنج ستاره‌ای مرئی به بازار عرضه می‌کند که به چشمی‌های استاندارد نصب می‌شود. این طیف‌سنج نه تنها خطوط و نوارهای جذبی را در طیف ستاره‌های درخشان‌تر نشان می‌دهد، بلکه خطوط نشری را نیز، اگر وجود داشته باشند، نشان می‌دهد. مدل نور مرئی آن به قیمت بیش از ۳۰۰ هزار تومان فروش می‌رود، درحالی که قیمت مدل دارای قابلیت‌های عکس‌برداری و سی‌سی‌دی کمی بیشتر است. خوانندگانی که مایل‌اند اطلاعات بیشتری درباره‌ی طیف‌سنج‌های مرئی و کلاً طیف‌سنجی نور ستاره‌ها کسب کنند کتاب فوق‌العاده‌ی راهنمای رصدگران درباره‌ی تحول ستاره‌ها<sup>۳</sup> نوشته‌ی مارک اینگلیس<sup>۴</sup> (Springer-Verlag, ۲۰۰۳) را بخوانند.

دوربین‌های نجومی<sup>۴</sup> انواع و اقسام مختلفی دارند که از دوربین‌های فیلمی ۳۵ میلی‌متری، که قلم‌دوش تلسکوپ نصب می‌شوند تا تصاویری با نمای باز بگیرند، شروع می‌شوند تا دوربین‌های خاص که برای عکاسی پرایم-فکوس (مستقیم با تلسکوپ) طراحی شده‌اند. این حوزه بسیار گسترده و پیچیده است و در عین حال در صورت داشتن صبر و پشتکار می‌تواند بسیار هم راضی‌کننده باشد. منجمان آماتور امروزه به‌طور مرتب تصاویری رنگی از اجرام آسمانی می‌گیرند که رقیب تصاویر رصدخانه‌های بزرگ و حرفه‌ای است. حتی امروزه از دوربین‌های دیجیتال نیز برای عکاسی نجومی با تلسکوپ استفاده‌ی بسیاری می‌شود. اما عکاسی با فیلم‌های نگاتیو و اسلاید ۳۵ میلی‌متری با رشد عکاسی با سی‌سی‌دی و امکان فیلمبرداری نجومی به‌سرعت رو به کاهش است (مطلب بعدی را ببینید). راهنماهای عملی فراوانی درباره‌ی عکاسی نجومی عادی و الکترونیکی در دسترس منجمان آماتور امروزی است. منبعی عالی برای این کار کاتالوگ شرکت انتشارات اسکای است که می‌توانید با پست الکترونیک یا به‌صورت آن‌لاین از این نشانی دریافت کنید: [www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com). قیمت دوربین‌هایی که برای عکاسی نجومی استفاده می‌شوند تقریباً برابر دوربین‌هایی است که برای عکاسی از مناظر زمینی استفاده می‌شوند زیرا هر دو یک ابزارند. اما اینجا لازم می‌دانم که نصیحتی به شما بکنم. اگر در دنیای نجوم تازه‌واردید، پیش از ورود به عرصه‌ی عکاسی نجومی از هر نوع ابتدا مدتی را فقط صرف رصد آسمان و آشنایی با آن در هر چهار فصل با چشمان برهنه و نه دوربین بکنید. (و در این باره بحث «ارتباط فوتونی» را در فصل ۱۲ ببینید.)

۱- spectrscope

۲- Rainbow Optics

۳- Observer's Guide to Stellar Evolution

۴- Mark Inglis

۵- astrocamera



تصویربردارهای سی‌سی‌دی و ویدئویی<sup>۱</sup> از سی‌سی‌دی (CCD) و دوربین‌های ویدئویی متصل‌شونده به چشمی یا وب‌کم‌های معمولی برای عکس‌برداری از آسمان با تلسکوپ استفاده می‌کنند. عکس‌برداری با سی‌سی‌دی، به‌ویژه، در بیشتر رصدخانه‌های تحقیقاتی بزرگ امروز دنیا جایگزین عکس‌برداری با فیلم‌های عکاسی شده است و این به‌سبب سرعت بیشتر (یا «راندمان کوانتومی»<sup>۲</sup>) و بُرد دینامیک (توانایی تفکیک نقاط کم نور و پُر نور) آن‌ها، و نیز این حقیقت است که عکس گرفته‌شده را می‌توان بلافاصله دید و با استفاده از نرم‌افزارهای پیچیده‌ی کامپیوتری پردازش الکترونیکی کرد. امروز با زمان‌های نوردهی چند دقیقه و چند ثانیه می‌توان به تصاویری رسید که سریع‌ترین فیلم‌ها در عرض چند ساعت می‌گرفتند. و این ابزار امروز به‌طور گسترده در دسترس منجمان آماتور نیز قرار دارد. مدل‌های ساده و ابتدایی آن‌ها کاملاً قابل خریداری است. شرکت مید و اریون پیشگام تولید و عرضه‌ی دستگاه‌های سی‌سی‌دی قابل خریداری مخصوص تلسکوپ‌های خودشان هستند؛ از جمله تصویربردار اعماق آسمان<sup>۳</sup> بسیار محبوب و آسان‌استفاده‌ی مید که دارای نرم‌افزار پردازش اتواستار سوت<sup>۴</sup> است و به قیمت حدود ۵۰۰ هزار تومان عرضه می‌شود و شعارض عکس‌های عالی در شب اول استفاده است! اما اینجا هم یک بار دیگر نصیحت‌های من را در مبحث دوربین‌های نجومی مطالعه کنید.



شکل ۷-۹

دوربین‌های الکترونیکی چشمی (هم سیاه و سفید، و هم رنگی)، مانند آنچه در این تصویر می‌بینید، تصویربرداری ویدئویی را آسان و کم‌هزینه کرده‌اند. خروجی دوربین را می‌توانید هم‌زمان بر صفحه‌ی نمایش ببینید یا می‌توانید آن را ضبط و بعداً تماشا کنید.

۱- CCD and video imagers

۲- quantum efficiency

۳- Deep Sky Imager

۴- Autostar Suite

کامپیوتر، مانند تقریباً همه‌ی امور زندگی مدرن، در نجوم رصدی نیز ابزار مهمی است. به‌سختی می‌توان آن را جزو «لوازم جانبی» تلسکوپ‌ها دانست، با این حال از آن در کارهایی نظیر کمک به یافتن اجرام آسمانی، و در ساختن، پردازش، و نمایش رصدها با تصویربردارهای الکترونیکی استفاده می‌شود که همه‌ی این کارها از راه دور، از اتاق نشیمن یا دفتر کار رصدگر، انجام می‌شود. هرچند همه‌ی این کارها بی‌شک جای خود را دارند این رصد «روبوتیک» از راه دور، هر چقدر هم



شکل ۱۰-۷

در اینجا یک دوربین تصویربرداری رنگی سی‌سی‌دی را می‌بینید که به فکوسر یک تلسکوپ بازتابی نیوتونی متصل شده است. این دوربین در اصل برای عکاسی از اجرام اعماق آسمان طراحی شده است درحالی که مدل‌های دیگری نیز برای تصویربرداری از اجرام منظومه‌ی شمسی، مانند ماه و سیارات، در دسترس‌اند. در هر دو حالت، خروجی دوربین برای تماشا و پردازش وارد کامپیوتر می‌شود. این ابزارهای دارای جدیدترین فناوری به منجمان آماتور امکان می‌دهد که تصاویری قابل رقابت با رصدخانه‌های حرفه‌ای بگیرند!

راضی‌کننده و راحت باشد (به‌ویژه در آب‌وهوای گرم و مرطوب یا خیلی سرد)، به هر حال دیدن آسمان واقعی نیست؛ و حتی اغلب بودن زیر آسمان واقعی هم نیست! یک بار دیگر، برای به دست آوردن دورنمایی در این باره، مبحث «ارتباط فوتونی» را در فصل ۱۲ ببینید.

دایره‌های تنظیم مختصات سماوی<sup>۱</sup> و سیستم‌های گوتو، پوش-پول-تو<sup>۲</sup>، و جی‌پی‌اس همگی ابزارهایی‌اند برای کمک به رصدگر برای یافتن اجرام آسمانی که در سطوح مختلفی از نظر پیچیدگی قرار می‌گیرند. برخی از آن‌ها ابزار جانبی استاندارد همراه برخی تلسکوپ‌ها هستند، درحالی که بعضی دیگر را باید جداگانه سفارش دهید. همان‌طور که در فصل ۳ اشاره شد، استفاده‌ی سنتی از دایره‌های

۱- setting circles

۲- Push-Pull-To

تنظیم مکانیکی (و به همان ترتیب مدل‌های دیجیتالی آن) بر مقرّهای استوایی، که بُعد و میل را برای یافتن اهداف آسمانی نمایش می‌دهند، به سرعت جای خود را به این دستگاه‌های کامپیوتری داد. به این ترتیب (پس از تنظیم ابتدایی بر دو یا سه ستاره‌ی درخشان) یافتن هزاران جرم فقط با فشار چند دکمه ممکن می‌شود و در عین حال در همان زمان قابلیت‌های عالی برای ردیابی اجرام نیز وجود دارد. در مورد دستگاه‌های پوش-پول-تو (که در بازتابی‌های دایسونی اینتلی سکوپ اریون عرضه شده است)، پس از این که نام یا مشخصات موقعیت جرم وارد صفحه کلید شد، رصدگر تلسکوپ را با دست (به جای موتور ردیاب) حرکت می‌دهد تا زمانی که عبارت «null» یا عدد صفر بر صفحه‌ی نمایش نقش ببندد. در این هنگام، جرم در میدان دید چشمی قرار دارد. این ابزارها یافتن اجرام را بسیار ساده می‌کنند و به‌ویژه زیر آسمانی با آلودگی نوری یا زمانی که فرصت کافی برای یافتن اجرام مبهم وجود ندارد بسیار مفیدند. آن‌ها بی‌شک برای برآوردن بعضی اهداف مفیدند و در نجوم آماتوری امروز نقش مهمی دارند. البته یافتن خودکار اجرام آسمانی بیشتر لذت کاوش در آسمان‌ها را از بین می‌برد و موجب می‌شود که رصدگران آسمان را نشناسند. رصدگرانی امثال من روش‌های قدیمی و از مُدافتاده و آهسته‌ی پرش ستاره‌ای از ستاره‌های پُر نور به دیگر اجرام را، پس از استفاده از نقشه‌ای خوب از آسمان، ترجیح می‌دهند و از مناظر غیرمنتظره و باشکوه فراوان در میان راه لذت می‌برند!

بخش دوم

## استفاده از تلسکوپ و دوربین دوچشمی







## شیوه‌های رصد

### تمرین دادن چشم

معمولاً شنیده‌ایم که می‌گویند خود رصدگری که پشت چشمی تلسکوپ یا دوربین دوچشمی مشغول رصد است بسیار مهم‌تر از اندازه یا نوع یا کیفیت ابزار است. ممکن است رصدگری بی‌تجربه به سیاره‌ی مشتری نگاه کند و شاید دو کمر بند استوایی تیره‌ی اصلی روی آن را شناسایی کند، درحالی‌که رصدگری باتجربه با همان تلسکوپ و همان بزرگنمایی معمولاً بیش از یک دوجین کمر بند و نوار تیره و روشن را تشخیص می‌دهد. همچنین رصدگر تازه‌کار ممکن است یک سحابی را به صورت تابشی شبح‌وار و به زحمت قابل دید در چشمی ببیند، درحالی‌که رصدگری کهنه‌کار جزئیاتی ظریف و گاه حتی تهرنگ‌هایی گوناگون در آن می‌بیند. مسئله فقط تمرین و عادت دادن چشم است و در کنار آن مغز که تصاویر شکل گرفته در تلسکوپ را پردازش می‌کند.

سر ویلیام هرشل - رصدگر مشهور انگلیسی - سال‌ها پیش چنین نصیحتی کرده است: «نباید انتظار داشته باشی که در وهله‌ی نخست ببینی. دیدن از برخی جهات هنری است که باید یادگیری». (به بیان دیگر، باید ترکیب چشم-مغز به وجود آن آگاه شده باشد.) و رصدگر بزرگ دیگری در گذشته، ویلیام هنری اسمیت<sup>۱</sup>، نیز چنین گفته است که: «بسیاری از اجرام، که برای دیده شدن با ابزاری ثانوی کم‌فروغ‌اند، برای کسی که می‌داند چطور آن‌ها را ببیند به حدّ کافی ساده‌اند».

چهار حوزه‌ی متفاوت وجود دارند که در آن‌ها می‌توان چشم رصدگر را برای بیشتر دیدن در چشمی (تلسکوپ یا دوربین دوچشمی) تمرین داد. اجازه دهید باتیزی دید<sup>۲</sup> شروع کنیم؛ یعنی توانایی دیدن یا تشخیص جزئیات ظریف در تصویر. بحثی در این نیست که هرچه وقت بیشتری پشت

چشمی صرف کنید سرانجام جزئیات بیشتری را می‌بینید! حتی بدون هیچ برنامه‌ی هدف‌داری برای تمرین دادن چشم، ترکیب چشم-مغز یاد می‌گیرد که به دنبال جزئیات ظریف در آنچه می‌بیند بگردد و آن‌ها را بیاید. اما با انجام تمریناتی ساده که به مدت چند هفته هر روز تکرار شوند می‌توان به این فرایند به طرز قابل توجهی سرعت بخشید. بر تکه کاغذی سفید دایره‌ای به قطر حدود ۸ سانتی‌متر بکشید. سپس، با استفاده از مدادی نرم، به‌طور تصادفی علائم مختلفی را، از لکه‌های محو پهن تا خطوط و نقاط ظریف، در این دایره بکشید. حالا کاغذ را در سوی دیگر اتاق در فاصله‌ی دست‌کم ۶ متر از خودتان قرار دهید و با چشم برهنه (غیرمسلح) به آن نگاه کنید و آنچه را می‌بینید بکشید. در ابتدا، فقط علائم بزرگ‌تر را می‌بینید اما وقتی این کار را مدام تکرار می‌کنید تعداد بیشتر و بیشتری از آن‌ها را می‌بینید!

یک گام جلوتر می‌رویم. دایره‌ی سفید را بفرید و روی زمینه‌ای سیاه بچسبانید. سپس، اتاق را تاریک کنید و تصویر روی دایره را با چراغ‌قوه‌ای کم‌شدت با نور گسترده، که به آن می‌تابانید، روشن کنید. اگر این کار را از فاصله‌ی نزدیک‌تر انجام دهید، نمای قرص سیاره‌ای را شبیه‌سازی می‌کنید که در زمینه‌ی سیاه آسمان شب از پشت تلسکوپ دیده می‌شود. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که تیزی دید پس از انجام این تمرین‌ها تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد! نه تنها، در نتیجه‌ی این تمرین، جزئیات بیشتری روی خورشید و ماه و سیارات می‌بینید بلکه می‌توانید ستاره‌های دوتایی بسیار نزدیک‌تر به هم را، نسبت به پیش، تفکیک کنید.

حوزه‌ی دوم تمرین دادن ترکیب چشم-مغز استفاده از شیوه‌ی رصدی نگاه چپ‌چپ<sup>۱</sup> برای دیدن اجرام کم‌نور است. این شیوه از این حقیقت سود می‌برد که بخش‌های خارجی شبکیه‌ی چشم، شامل سلول‌های گیرنده‌ای به نام سلول‌های استوانه‌ای<sup>۲</sup>، نسبت به سطوح پایین‌تر روشنایی بسیار حساس‌تر از مرکز چشم، شامل سلول‌های گیرنده‌ای به نام مخروطی‌ها<sup>۳</sup>، است. (بحث پایین را ببینید که شامل درک رنگ در سلول‌های مخروطی می‌شود.) همین موضوع شرح این تجربه‌ی معمول است که وقتی در شب رانندگی می‌کنید، اجسامی که از کناره‌های چشم می‌بینید درخشان‌تر از زمانی به نظر می‌رسند که برگردید و مستقیم به آن‌ها نگاه کنید.

نگاه چپ‌چپ در رصد نجومی برای یافتن هم‌دم‌های کم‌فروغ در ستاره‌های دوتایی و چندتایی و نیز ستاره‌های کم‌نور در خوشه‌های کروی و باز استفاده می‌شود. اما این شیوه به‌ویژه (و به‌صورت واضح‌تر) در رصد اجرامی با روشنایی سطحی کم، مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها، مفید است. در چنین رصدی افزایش ۲ تا ۲/۵ برابر در روشنایی (تقریباً یک قدر کامل) گزارش شده است! وقتی چنین جرمی را در مرکز میدان دید قرار دادید به یک سمت آن (بالا و پایین هم خوب است) نگاه کنید و خواهید دید که به طرز معجزه‌آسایی واضح‌تر می‌شود. (آگاه باشید که فضای خالی کوچک و تیره یا «نقطه‌ی مرده» ای در فرورفتگی بین چشم و گوش وجود دارد که ممکن است در نگاه کردن به آن سمت با آن مواجه شوید.)

۱- averted (or side) vision

۳- cones

۲- rods

یکی از جذاب‌ترین مثال‌ها در اثر رصد چپ‌چپ رصد سحابی «سیاره‌نمای چشمک‌زن» است؛ این نامی است که من در مقاله‌ای در مجله‌ی *اسکای/اندلسکوپ* برای این سحابی اختراع کردم. نام رسمی آن NGC ۶۸۲۶ است و در صورت فلکی دجاجة قرار دارد و با تلسکوپی ۳ تا ۴ اینچی به‌وضوح دیده می‌شود. این سحابی درواقع ابر مه‌آلود آبی-سبز شفاف‌ی از قدر ۱۰ و به قطر حدود ۲۷ ثانیه‌ی قوس است که دور ستاره‌ای از قدر ۹ را پوشانده. اگر مستقیم به ستاره خیره شوید اثری از سحابی نمی‌بینید. اما اگر از شیوه‌ی نگاه چپ‌چپ استفاده کنید، ناگهان سحابی ظاهر می‌شود و آن قدر روشن است که ستاره‌ی مرکزی را کم‌فروغ جلوه می‌دهد. اگر مدام شیوه‌ی نگاه کردن را از چپ‌چپ به مستقیم و برعکس تغییر دهید اثر چشمک‌زدن بسیار جالبی را مشاهده خواهید کرد؛ گویی سحابی مدام خاموش و روشن می‌شود!

حوزه‌ی سوم دربرگیرنده‌ی ترکیب چشم-مغز در ادراک رنگ<sup>۱</sup> است. در نگاه نخست، همه‌ی ستاره‌ها به نظر سفید می‌آیند. اما اگر بیشتر دقت کنید تفاوت‌های رنگی در میان ستاره‌های درخشان‌تر خود را نشان می‌دهند. تهرنگ‌های متضاد و دوست‌داشتنی قرمز-نارنجی ستاره‌ی یدالجوزا و آبی-سفید ستاره‌ی رجل الجبار در صورت فلکی جبار در آسمان زمستان یکی از واضح‌ترین مثال‌هاست. مثال دیگر را می‌توانید در آسمان تابستان با مقایسه‌ی رنگ آبی-سفید ستاره‌ی نسر واقع در صورت فلکی شلیاق و نارنجی ستاره‌ی سِماک رامح در صورت فلکی عوّا ببینید. درواقع، آسمان مملو از رنگ‌هاست به شرطی که چشم برای دیدن آن‌ها تعلیم دیده باشد؛ در حقیقت، رنگ ستاره‌ها نشانی از دمای سطحی آن‌هاست: قرمزترها نسبتاً سردند و آبی‌ترها داغ‌ترند. ستاره‌های زرد و نارنجی در این بین قرار دارند. سلول‌های استوانه‌ای در کناره‌های چشم به نور حساس‌اند اما کوررنگ‌اند. پس، برای دیدن رنگ ستاره‌ها (چه تکی، چه دوتایی یا چندتایی) و دیگر شگفتی‌های آسمان باید از شیوه‌ی نگاه مستقیم استفاده کنید تا از حساسیت رنگی سلول‌های مخروطی مرکز چشم بهره ببرید. مستقیم به جرمی آسمانی خیره شوید تا رنگش را تشخیص دهید و سپس چپ‌چپ نگاهش کنید تا روشن‌تر شود (مگر این که خودش جرمی روشن باشد؛ مانند سیاره یا ستاره‌ای پرنور). در اینجا باید به این نکته اشاره کنم که در نگاه کردن به ستاره‌های قرمز پدیده‌ای به وجود می‌آید به نام اثر پورکینه<sup>۲</sup>، به این ترتیب که هرچه بیشتر به آن‌ها نگاه کنید روشنایی آن‌ها ظاهراً افزایش می‌یابد!

حوزه‌ی آخر در تمرین دادن چشم برای رصد بهتر موضوع عادت به تاریکی<sup>۳</sup> است. این حقیقتی روشن است که چشم برای تطبیق با تاریکی پس از خروج از محیطی نورانی به زمان نیاز دارد. در اینجا دو عامل نقش دارند. یکی گشاد شدن مردمک چشم است که به محض ورود به تاریکی آغاز می‌شود و چند دقیقه‌ای ادامه می‌یابد. دیگری شیمی خود چشم است که هورمون رودوپسین<sup>۴</sup> (که معمولاً «ارغوان بینایی»<sup>۵</sup> نامیده می‌شود) حساسیت سلول‌های استوانه‌ای را به سطوح پایین‌تر

۱- color perception

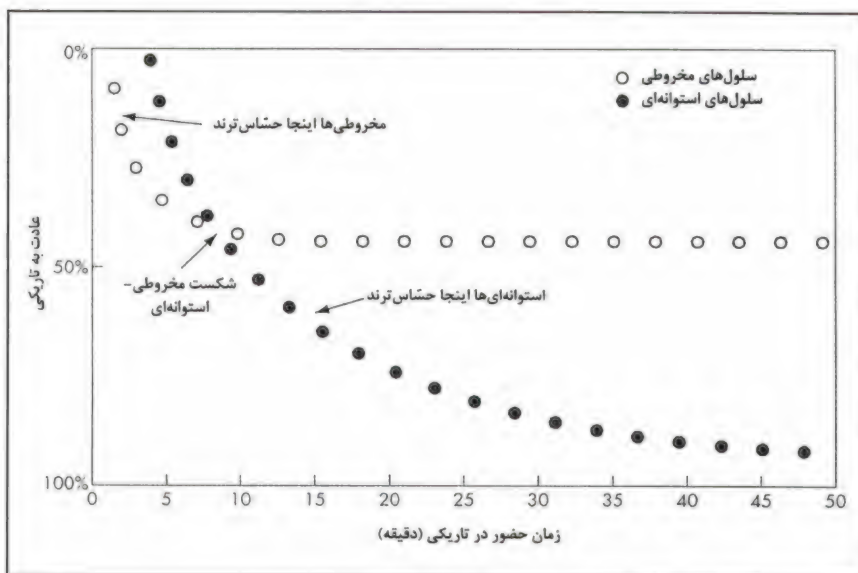
۲- Purkinje Effect

۳- dark adaptation

۴- Rhodopsin

۵- visual purple

روشنایی تحریک می‌کند. نتیجه این است که دید در شب در مدت نیم ساعت اول یا کمی بیشتر به سرعت بهتر می‌شود (و سپس این روند با سرعت کمتری در ساعات بعدی ادامه می‌یابد). به همین سبب است که در ابتدای ورود به تاریکی آسمان سیاه سیاه به نظر می‌رسد اما بعدتر، که چشم کاملاً به تاریکی عادت کرد، خاکستری می‌شود. در وهله‌ی نخست اثر تضاد نوری است اما سپس چشم به نور ستاره‌ها و آلودگی نوری و هواتاب طبیعی آسمان شب، که در ابتدا دیده نمی‌شدند، حساس می‌شود.



شکل ۸-۱

زمان سازگاری با تاریکی برای هر دو نوع سلول چشم؛ مخروطی‌های حساس به رنگ (دایره‌های توخالی) در مرکز چشم و استوانه‌ای‌های حساس به نور (دایره‌های سیاه) در بخش‌های کناری چشم. در نقطه‌ی «شکست مخروطی-استوانه‌ای»، حدود ۱۰ دقیقه بعد از آغاز حضور در تاریکی، حساسیت سلول‌های مخروطی به تغییرات بیشتر پایان می‌دهد و بی‌تغییر باقی می‌ماند. اما سلول‌های استوانه‌ای به افزایش حساسیت در برابر نورهای کم ادامه می‌دهند تا حدود ۴ ساعت بعد که به سازگاری کامل با تاریکی می‌رسند! در زمان رصد، چشم در حدود ۳۰ تا ۴۰ دقیقه به سازگاری لازم با تاریکی می‌رسد.

رصدگران معمولاً شب‌های رصدی خود را با رصد اجرام پرنورتر، مانند ماه و سیارات، آغاز می‌کنند و سپس به سراغ کم‌نورترها می‌روند تا اجازه دهند چشم به تدریج و به صورت طبیعی به تاریکی عادت کند. این موضوع به ویژه در رصد اجرام بسیار کم‌فروغ، مانند سحابی‌ها یا کهکشان‌ها، مهم است. ستاره‌ها عموماً خودشان به حد کافی پرنور هستند که در نگاه اول در تلسکوپ دیده شوند. موارد استثناء هم ستاره‌های دوتایی کم‌نور یا همدمد‌های کم‌فروغ ستاره‌های درخشان است (جایی که درخشندگی ستاره‌ی اصلی معمولاً اثر عادت به تاریکی را از بین می‌برد). نور سفید موجب از بین رفتن



عادت چشم به تاریکی می‌شود اما نور قرمز آن را حفظ می‌کند. به همین سبب خوب است تمرین کنید تا با نور قرمز نقشه‌ی آسمان را بخوانید یا برای خودتان یادداشت‌برداری کنید. روش مفید دیگر استفاده از عینک آفتابی (کاملاً قطبیده) در روزی است که می‌دانید شب رصدی در پیش دارید و می‌خواهید به دنبال اجرام کم‌نور بگردید. آزمایش‌ها نشان داده است که نور شدید آفتاب، به‌ویژه در ساحل یا نزدیک دیگر اجسام بازتابنده مانند آب یا برف، ممکن است فرایند عادت کردن چشم به تاریکی را تا چند روز به تأخیر بیندازد!

## شرایط آسمان

تعدادی عوامل جوی و دیگر عوامل مرتبط وضوح تصویر اجرام آسمانی را در تلسکوپ تحت تأثیر قرار می‌دهند. در مورد ماه، سیارات، و ستاره‌های دوتایی مهم‌ترین این عوامل آشفتگی جوی یا دید است که درواقع نشانه‌ای از پایداری تصویر است. در برخی از شب‌ها، هوا آن قدر ناپایدار است (یا آن‌طور که گاه ذکر می‌شود آن قدر «می‌جوشد») که تصویر ستاره‌ها همچون کره‌های عظیم پُف‌آلود و لرزان به نظر می‌رسد و جزئیات روی سطح ماه و سیارات اصلاً وجود ندارند. این موضوع معمولاً در شب‌هایی رخ می‌دهد که شفافیت جوی بسیار بالاست؛ شب‌هایی با آسمانی به شفافیت بلور که هوای بالای سر حرکتی سریع و آشفته دارد. در شب‌های دیگر، تصویر ستاره‌ها معمولاً نقطه‌ای است و تقریباً هیچ حرکتی ندارد و جزئیاتی ظریف بر سطح ماه و سیارات آشکار می‌شود، گویی که هنرمندی آن‌ها را حک کرده است. چنین شب‌هایی معمولاً مه‌آلود و/یا مرطوب‌اند که نشان می‌دهد هوای آرام و راکد بالای سر رصدگر ایستاده است و دید عالی است.

یکی از چشمگیرترین و آشکارکننده‌ترین محاسبات درباره‌ی اثرات متغیر شرایط دید بر رصد اجرام آسمانی را رصدگر بزرگ ستاره‌های دوتایی، س.و. پرنهم<sup>۱</sup>، در محاسبات مربوط به منظومه‌ی دوتایی مشهور شباهنگ (آلفا-کلب‌اکبر)<sup>۲</sup> انجام داده است: «عدسی شیئی ۶ اینچی یک شب همدم شباهنگ را به‌خوبی نشان می‌دهد؛ شب بعد در حدّ دید چشم برهنه، و بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان ردّی از این ستاره‌ی کوچک نشان نمی‌دهد گویی که کلاً از هستی محو شده است».

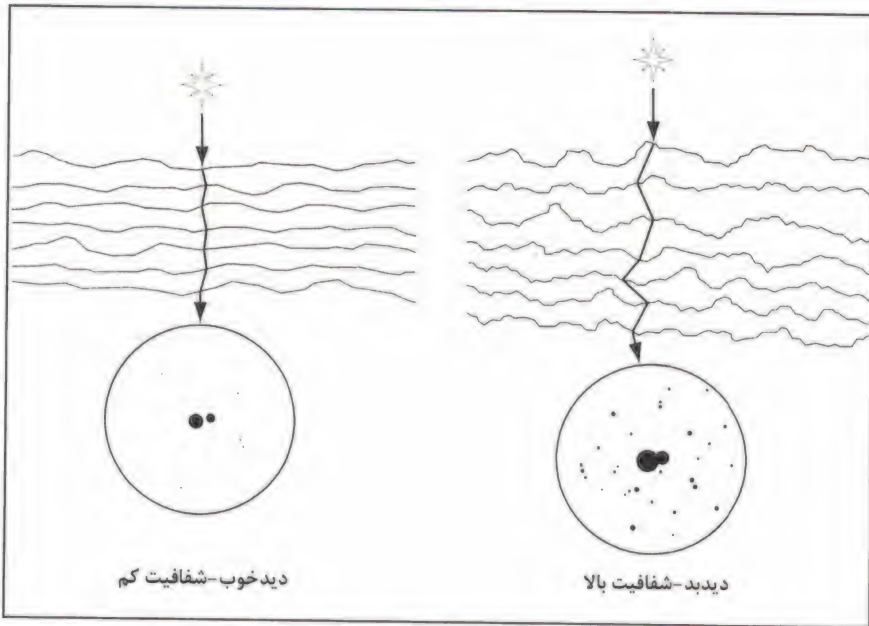
رصدگران انواع مقیاس‌های دید<sup>۳</sup> را به کار می‌گیرند تا میزان ثبات جوی را ارزیابی کنند. یکی از معروف‌ترین آن‌ها از مقیاس عددی ۱ تا ۵ استفاده می‌کند که در آن عدد یک نشان‌دهنده‌ی تصویر لرزان و آشفته و ۵ نشان‌دهنده‌ی تصاویر شفاف و پایدار است. عدد ۳ نشانگر شرایط متوسط است. برخی هم مقیاس ۱ تا ۱۰ را ترجیح می‌دهند که در آن هم یک نشانگر شرایط خیلی ضعیف و ۱۰ نشان‌دهنده‌ی دید واقعاً عالی‌ست. (در برخی طرح‌ها ترتیب اعداد برعکس است و عدد کوچک‌تر

۱- S.W. Burnham

۳- seeing scales

۲- Sirius ( $\alpha$ -Canis Majoris)





شکل ۸-۲

در شب‌هایی با «دید» خوب یا ثبات جوی، هوای بالای سر رصدگر آرام است و به‌صورت لایه‌های نسبتاً ملایم و همواری قرار دارد که معمولاً موجب آسمانی تار و مه‌آلود می‌شود. این موجب می‌شود که نور ستاره بدون آشفته‌گی از جو عبور کند و تصاویری شفاف در چشمی ایجاد شود. در دید بد، جو بسیار آشفته است و معمولاً آسمانی شفاف و بلوری به همراه دارد که برای دیدن اجرام کم‌نور ایده‌آل است. اما تصاویر حاصل از ستاره‌ها معمولاً گوی‌های مبهم و لرزانی از نورند که این شب‌ها را برای رصد جزئیات ظریف روی ماه و سیارات یا تفکیک ستاره‌های دوتایی نزدیک نامناسب می‌کنند.

شرایط بهتر و عدد بزرگ‌تر شرایط بدتر را نشان می‌دهد. درحالی که رصدهای غیرجذبی را اغلب می‌توان در شرایط زیر متوسط نیز انجام داد، بسیاری از انواع رصدها، مانند کشیدن طرح از رصد یا عکاسی از جزئیات ریز ماه و سیارات یا تفکیک ستاره‌های دوتایی نزدیک، نیازمند شرایط خوب تا عالی است.

عامل دیگری که بر کیفیت تصویر تلسکوپ تأثیر دارد به نام دید محلی<sup>۱</sup> شناخته می‌شود؛ یا درواقع شرایط حرارتی درون و اطراف خود تلسکوپ. حرارتی که از جاده‌ها، خیابان‌ها، پیاده‌روها، خانه‌ها، و دیگر ساختارها (مخصوصاً در شب‌های پس از روزهای داغ) تابش می‌شود، نقش مهمی در تخریب کیفیت تصویر دارد و به کل نیز ربطی به شرایط جوی ندارد. به همین سبب، رصد از مزرعه‌ها و فضاهای خارج از شهر و دور از خیابان‌ها و ساختمان‌ها به بهتر شدن شرایط دید محلی کمک می‌کند.

۱- local seeing

سرد کردن اپتیک و لوله‌ی تلسکوپ نیز در رسیدن به تصاویری شفاف بسیار تأثیرگذار است. بسته به فصل سال، ممکن است یک ساعت یا بیشتر طول بکشد تا اپتیک (به‌ویژه آینه‌ی اصلی در بازتابی‌های بزرگ) با هوای سرد شب هم‌دما شود. طی این فرایند سرد شدن، جریان‌های هوای داخل لوله‌ی تلسکوپ ممکن است کاملاً منجر به خرابی کیفیت تصویر شود، حالا شرایط جوّی هرچقدر هم که خوب باشد؛ این اتفاق حتی در دستگاه‌های لوله‌بسته، مانند کاتادیوپتریک‌های اشمیت-کاسگرین محبوب، نیز رخ می‌دهد. تلسکوپ‌های بازتابی باید لوله‌هایی دست‌کم چند سانتی‌متر بزرگ‌تر از خود آینه‌ی اصلی داشته باشند تا جریان‌های حرارتی جای کافی برای مانور داشته باشند و مجبور نباشند از مسیر نور حرکت کنند. تعجب‌آور این‌که حتی حرارت بلندشده از بدن خود رصدگر می‌تواند موجب نگرانی باشد، به‌ویژه با تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی که طراحی لوله‌باز دارند.

هیچ بحثی درباره‌ی شرایط آسمان و اثر آن بر رصد کامل نخواهد بود مگر با اشاره کردن به اثرات آزاردهنده‌ی نورهای درخشان؛ هم طبیعی و هم مصنوعی. به‌ویژه حوالی شب‌های ماه بدر، نور درخشان مهتاب نه‌تنها سازگاری چشم رصدگر با تاریکی (که پیش‌تر بحث کردیم) را از بین می‌برد بلکه بسیاری از شگفتی‌های کم‌فروغ آسمان، مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها، را نیز از بین خواهد برد. همراه مدرن این موضوع تهدید آلودگی نوری است؛ نورهایی رو به افزایش از خانه‌ها، ادارات، مراکز خرید، و پارکینگ‌ها که به جای تابیدن به زمین، که واقعاً نیاز است، رو به آسمان می‌تابد. این تقریباً همان اثر مهتاب درخشان را دارد چراکه این هم جوّ را روشن می‌کند که رصدگر باید از میانش به آسمان نگاه کند. اما افزون بر این، در مورد نورهای مصنوعی، مه و ابرهای گذرا شدت اثرات آن‌ها را بیشتر می‌کنند؛ به این ترتیب که این تابش را به سوی تلسکوپ، دوربین، و چشم رصدگر بازتاب می‌دهند. خوشبختانه، سیارات و ستاره‌های درخشان (از جمله ستاره‌های متغیر و دوتایی) و نیز خود ماه از این اثرات مصون‌اند و بنابراین در شب‌های روشن رصد به‌کلی ناممکن نمی‌شود. اگر به موضوع آلودگی نوری و راه‌های کاهش آن علاقه‌مندید به سایت انجمن جهانی آسمان تاریک به نشانی [www.darksky.org](http://www.darksky.org) مراجعه کنید.

## ثبت رصد

تاریخچه‌ی نجوم آماتوری و حرفه‌ای بر ارزش شخصی و علمی ثبت رصدهای هر شب گواهی می‌دهد. ثبت این‌که هر شب چه اجرامی را تحت چه شرایطی رصد کرده‌اید در آینده و حین مرور خاطرات رصدهای اولیه بسیار جالب و لذت‌بخش خواهد بود. حسّ ما از دیدن اجرام گوناگون آسمانی از چشمی تلسکوپ، که ممکن است بر ورقی نوشته یا طراحی یا به‌صورت صوتی ضبط یا عکاسی شده باشد، در سال‌ها و ماه‌های بعد لذت‌گرایی به وجود می‌آورد.

12-30-03 / 01:07 - 02:37 U.T.

C5 SCT S3, T4, QUARTER MOON, CALM

## MOON (SHARED VIEW W/3 NEIGHBORS)

VENUS	ACEP
MARS	±28/6/±28/9
JAND	32 ERI
JARI	02 ERI
NGC 752/56 AND	NGC 1535
AND. GAL & COMPS.	PLEIADES
α PSC	MYADES/ALDEBARAN/ β TAU
γ PSC	CRAB NEB + ±740
19-TX PSC	M36, M37 & M38
η CAS	UU AUR
WZ CAS	? ORI / ±747
±3053	β ORI / ORION NEB
M103	β ORI
NGC 7789	RIEGL
δ CAS	BETELGEUSE
±163	δ ORI / ±761
NGC 457	NGC 1981
DOUBLE CLUSTER	γ ORI / NGC 2024
δ CEP	CASTOR
γ CEP	M35
β CEP	SATURN !

## شکل ۸-۲

فهرست شلوغ رصد‌های یک شب از دفتر یادداشت‌های نجومی نویسنده. تاریخ‌ها و زمان‌ها به وقت جهانی (U.T.) ارایه شده‌اند که متعلق است به منطقه‌ی گرینویچ در انگلستان. از تلسکوپ ۵ اینچی اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتریک سلیسترون در شرایط دید متوسط (S) و شفافیت خوب (T) استفاده شده و آسمان با نور ماه تربع اول روشن شده بوده است. همی اجرامی که در این شب رصدی رصد شده‌اند جزو اجرام ویژه‌اند! معمولاً برای رصد اجرامی حتی کمتر از آنچه در این فهرست می‌بینید باید وقت بیشتری صرف کنید تا کاملاً از شکوه عالم لذت ببرید.

از دید علمی، ممکن است وارد گروه‌های جست‌وجوی دنباله‌دارها، یا بررسی آسمان به دنبال نواخترها، یا جست‌وجوی ابرنواخترها در کهکشان‌های مارپیچی درخشان شوید. حتی رصد‌هایی با نتیجه‌ی منفی ممکن است برای اخترشناسان حرفه‌ای باارزش باشد. گاهی می‌بینید که جامعه‌ی نجومی در مجلات، نشریات، و رسانه‌های الکترونیکی خطاب این فراخوان‌ها قرار می‌گیرند که آیا کسی در تاریخ و ساعتی خاص فلان جرم خاص را رصد کرده است؟ اگر شما اتفاقاً «در زمان درست در مکان درست» بوده باشید و حتی اگر هیچ‌چیز غیرعادی هم در یادداشت‌های رصدی خود ثبت نکرده باشید همان هم ممکن است برای محققان ارزشمند باشد. (این موضوع به‌ویژه زمانی مفید است که می‌خواهند تعیین کنند نواختری در کهکشان ما یا ابرنواختری در کهکشان‌های دیگر نخستین بار چه زمانی دیده شده است.) و، البته، همیشه این امکان هست که شما نخستین فرد باشید که پدیده‌ای را در آسمان ببینید و خودتان آن را گزارش کنید!

اطلاعاتی که در دفتر ثبت رصدتان وارد می‌کنید باید شامل این موارد باشد: تاریخ و زمان آغاز و پایان شب رصدی (ترجیحاً به زمان/تاریخ جهانی وارد کنید)؛ نوع، اندازه، و مدل تلسکوپ مورد استفاده؛ بزرگنمایی(های) استفاده‌شده؛ شرایط آسمان (دید و شفافیت در مقیاس‌های ۱-۵ یا ۱-۱۰ به همراه یادداشت‌هایی درباره‌ی ابرهای گذرا، مه، مهتاب، و دیگر منابع آلودگی نوری)؛ و درنهایت یادداشتی درباره‌ی هر کدام از اجرام رصدشده (اگر خیلی علاقه‌مندید به همراه طرح یا عکسی از آن‌ها). و در اینجا نکته‌ای مهم را باید در ثبت رصدهای تلسکوپی به ذهن بسپارید: زمان ثبت رصدتان را به کمترین میزان ممکن کاهش دهید (هنگام ثبت رصد از نور قرمز استفاده کنید تا سازگاری چشم‌تان را با تاریکی حفظ کنید). برخی از رصدگران زمانی بسیار بیشتر از خود عمل مشاهده‌ی اجرام را به نوشتن و ثبت رصد اختصاص می‌دهند!

## رصدگاه‌ها و رصدخانه‌ها

این‌که کجا از تلسکوپ‌تان (و نیز دوربین دوچشمی‌تان) استفاده می‌کنید موضوع بسیار مهمی است. برخی رصدگران برای این موضوع هیچ انتخابی ندارند و بنا به‌عللی مجبورند از بالکن، وسط خیابان، یا روی پشت‌بام خانه، یا حتی از پنجره‌ی اتاق‌شان به رصد بپردازند؛ که همگی هم جاهای «ممنوع»



شکل ۸-۴

نمونه‌ای زیبا از رصدخانه‌های گنبددار کلاسیک، زیباترین مدل در میان انواع حفاظت‌های تلسکوپ که بیشترین حفاظت در برابر باد و نورهای مستقیم را به عمل می‌آورد. هرچند این نوع رصدخانه‌ها محدودترین دید را از آسمان (به‌سبب شکاف باریک گنبد) و نیز بیشترین قیمت را دارند.



برای رصد به شمار می‌آیند! همین الان اشاره کردیم که حرارت بلندشده از خیابان‌ها یا سطح ساختمان‌ها بر کیفیت تصاویر تأثیر مخربی دارد. احتمالاً بدترین کار رصد بر بالای پشت‌بام است؛ کاری که بسیاری از آماتورها، که در آپارتمان‌های بلند در شهرها زندگی می‌کنند، انجام می‌دهند تا از نورهای خیابان‌های اطراف بالاتر باشند. پس از روزی گرم، سطح پشت‌بامی قیراندود حرارت خود را به سوی آسمان شب پس می‌دهد و رصدگر و تلسکوپ را در محاصره‌ی جریان هوایی به‌شدت ناپایدار قرار می‌دهد. و درحالی‌که نگاه کردن از پنجره -به‌ویژه در شب‌های زمستانی که بیرون سرد و داخل اتاق گرم است- همواره کاری بی‌فایده تلقی شده، برخی از رصدگران (مخصوصاً آن‌هایی که از تلسکوپ‌های شکستی بلندکانون استفاده می‌کنند) توانسته‌اند با بیرون کردن لوله‌ی تلسکوپ از پنجره، تا جای ممکن، تصاویر بسیار شفاف‌ی ببینند. شاید لازم به گفتن نباشد که محدوده‌ی قابل رصد از آسمان در همه‌ی این شرایط محدود است! و در مورد بالکن‌ها، هر حرکتی روی آن یا اطرافش (حتی حرکت کسی در داخل خانه یا آپارتمان) موجب لرزش آزاردهنده‌ی تصویر تلسکوپ می‌شود.

با افزایش روزافزون آلودگی نوری بسیاری از رصدگران همراه با تلسکوپ‌های خود به دنبال رصدگاه‌های تاریک می‌گردند. در برخی موارد، مقصد آن‌ها مکان‌هایی است که مخصوص گروه‌های نجومی طراحی شده؛ در دیگر موارد هم شهرها، روستاها، یا پارک‌های ملی است. این امر مزایای خودش را دارد -به‌ویژه برای رصدگرانی که علاقه‌ی اصلی‌شان رصد شگفتی‌های اعماق آسمان است؛ اما در درسر جمع‌وجور کردن تلسکوپ و لوازمش و مایحتاجی مانند آب و لباس مناسب و نیز رانندگی کردن تا آنجا و بازگشت باعث محدود شدن تعداد شب‌های رصدی، در مقایسه با رصد در حیاط خانه، می‌شود. و برای کسانی که بر این باورند که از شهر فقط می‌توان ماه و سیارات را رصد کرد باید بگویم که خود من، در بسیاری از شرایط، برخی از درخشان‌ترین کهکشان‌ها، مانند آندرومدا (M۳۱)، را از قلب شهرهای بزرگ دیده‌ام و به دیگران نیز نشان داده‌ام. دو منبع کمکی خوب برای چنین رصدهایی کتاب نجوم رصدی در حومه‌ی شهرها<sup>۱</sup> نوشته‌ی آنتونی کوک<sup>۲</sup> (انتشارات Springer، ۲۰۰۳) و نجوم شهری<sup>۳</sup> نوشته‌ی دنیس برتیه<sup>۴</sup> و کلاوس براش<sup>۵</sup> (انتشارات دانشگاه کمبریج، ۲۰۰۳) هستند.

خوش‌اقبال رصدگری است که سرپناهی مناسب برای تلسکوپ خود داشته باشد؛ سرپناهی که بتوان تمام لوازم را به‌طور ایمن در آن باقی گذاشت و همه‌چیز آماده‌ی استفاده‌ی بلافاصله در هنگام لزوم باشد. رصدخانه‌های گنبددار<sup>۶</sup> شناخته‌ترین و زیباترین ساختار این‌چنینی است و بیشترین محافظت را در برابر باد و نیز نورهای اضافی در حین رصد ارائه می‌دهد. اما این مدل همچنین گران‌قیمت‌ترین مدل سرپناه است و نیز بیشترین زمان را برای سرد شدن (هم‌دما شدن محیط داخل گنبد و تلسکوپ با محیط بیرونی) نیاز دارد و همچنین از میان شکاف گنبد بخش کوچکی از آسمان را می‌توان در هر لحظه دید.

۱- Visual Astronomy in the Suburb

۴- Denis Berthier

۲- Anthony Cooke

۵- Klaus Brasch

۳- Urban Astronomy

۶- domed observatory



گزینه‌ی دیگر به جای گنبد، رصدخانه‌های سقف‌کشویی<sup>۱</sup> است. در این ساختارها سقف تخت مجموعه کلاً روی ریلی حرکت می‌کند و عقب می‌رود و کل آسمان به یک‌باره در اختیار شما قرار می‌گیرد. بسته به ارتفاع دیوار این نوع رصدخانه‌ها، بخش محدودی از باد و نورهای اضافی اطراف وارد رصدخانه می‌شود. ترکیبی لذت‌بخش بین این دو نوع رصدخانه‌های سقف‌برگردان<sup>۲</sup> است. در



شکل ۸-۵

الف و ب. نمونه‌ای عادی از رصدخانه‌های سقف‌کشویی. این یکی یک تلسکوپ شکستی کلاسیک ۸ اینچی مدل آلون کلارک را در خود جای داده است که در هر دو حالت سقف باز (بالا) و سقف بسته (پایین) نشان داده شده است. این ساختار بیشترین بخش از آسمان را پوشش می‌دهد اما هم تلسکوپ و هم رصدگر در معرض باد و دیگر موارد قرار دارند (تا حدی که بستگی به بلندی دیوارها دارد) و حفاظت کمی در برابر نورهای مستقیم وجود دارد.

این مدل، ساختاری با دیوارهای کوتاه و سقف نوک‌تیز مَفصَلی از وسط به دو نیم می‌شود که نیمه از آن به سوی شرق و نیم دیگر به سوی غرب می‌چرخد. یک سری زنجیر یا طناب ارتفاع هر نیمه را مشخص می‌کنند و رصدگر می‌تواند آن‌ها را با بخشی از آسمان، که می‌خواهد رصد کند، تنظیم و درعین حال از این دیوارها به‌مثابه محافظی در برابر باد یا نور نیز استفاده کند.

همچنین باید به سرپناهی منحصر به فرد برای تلسکوپ اشاره کنیم که نخستین بار رصدگر مشهور آسمان، لِسلی پلتیه<sup>۱</sup>، آن را برای محافظت از تلسکوپ شکستی ۶ اینچی کوتاه‌کانون خود ساخت. در این سرپناه، که به رصدخانه‌ی چرخ‌وفلکی<sup>۲</sup> معروف است، رصدگر بر صندلی‌های راحت تَشک‌دار می‌نشیند به‌طوری که ساختمان رصدخانه او و ابزار را در بر گرفته است و همه به دور محور سَمَت می‌گردند تا بخش مشخص مورد نظر از آسمان را دنبال کنند. خود تلسکوپ از نوعی دریچه در سقف تخت رصدخانه‌ی جعبه‌شکل به سوی آسمان نشانه می‌رود و طوری بر مَقَر نصب شده که برای نگاه کردن درون چشمی به کمترین حرکت سر نیاز است و فرقی هم ندارد که تلسکوپ به چه سمتی نشانه رفته است. برخی از دیگر رصدگران مدل خودشان را از طرح پلتیه ساخته‌اند و همه این طرح را حدّی نهایی در سرپناه‌های تلسکوپی شخصی می‌دانند. برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی رصدخانه‌ی چرخ‌وفلکی می‌توانید خودزندگی‌نامه‌ی دلپذیر پلتیه به نام *شب‌های ستاره‌باران*<sup>۳</sup> (انتشارات Sky Publishing، ۲۰۰۰) را بخوانید.

در اینجا باید به این نکته اشاره کنیم که بسیاری از رصدگران قدیم -از جمله رصدگر بزرگ بریتانیایی، سر ویلیام هرشل- در فضای باز و بدون هیچ سرپناهی کار رصدی انجام می‌دادند. امروز هم بسیاری از رصدگران این‌گونه عمل می‌کنند، از جمله خود من که البته با صرف هزینه‌های گزاف طی سال‌ها هم در مقام منجم آماتور و هم حرفه‌ای هر سه نوع رصدخانه را هم امتحان کرده‌ام.

## مسائل شخصی

برخی عوامل کمترشناخته نیز وجود دارند که بر موفقیت کلی هر شب رصدی تأثیر می‌گذارند. یکی موضوع لباس مناسب است. این مسئله به‌ویژه در ماه‌های سرد زمستان، که رصدگران در برخی شب‌ها دماهای زیر صفر را نیز تجربه می‌کنند، خیلی مهم است. وقتی بی‌حس و نیم‌منجمد شده‌اید، دیگر غیرممکن است که بتوانید پشت چشمی مؤثر باشید یا حتی فقط از رصد لذت ببرید. حفاظت مناسب از سر، دست‌ها، و پاها به‌ویژه در این شرایط ضروری است و عایق‌بندی حرارتی بدن در چندین لایه لباس روی هم در مقابل یک لباس گرم و سنگین توصیه می‌شود. طی ماه‌های

۱- Leslie Peltier

۳- *Starlight Nights*

۲- merry-go-round observatory

تابستان، مشکل برعکس می‌شود و رصدگران سعی می‌کنند که خنک بمانند. افزون بر شب‌های کوتاه در این فصل سال، مشکل بعدی پرواز آزاردهنده‌ی انواع حشرات و نیز مه‌گرفتگی و مرطوب شدن عدسی‌هاست. (بحث راجع به کلاهک‌های شبنم و گرم کردن چشمی‌ها را در فصل ۷ ببینید.) مسئله‌ی بعدی طرز قرار گرفتن پشت تلسکوپ است. به‌کرات نشان داده شده که رصدگرانی که در حالتی راحت پشت چشمی می‌نشینند نسبت به کسانی که می‌ایستند، چرخ می‌زنند، یا خم می‌شوند اجرام بیشتری را می‌بینند! اگر باید بایستید، اطمینان حاصل کنید که چشمی/فکوسر در حالتی باشند که مجبور نباشید برای نگاه کردن درون آن‌ها گردن، سر، یا پشت‌تان را بچرخانید یا عضلاتی را بکشید. این موضوع مخصوصاً در استفاده از تلسکوپ‌های بازتابی بزرگ مهم است که حتی گاهی برای رسیدن به چشمی‌شان به نردبان نیاز دارید! و همچنین درباره‌ی موقعیت دوربین جوینده نیز، باوجودی که به این اندازه مهم نیست، باید دقت کنید طوری قرار بگیرد که بتوان بدون زیادی کج شدن از آن استفاده کرد.

رژیم غذایی مناسب و استراحت کافی نیز در ایجاد شب رصدی لذت‌بخش مؤثر است. تلاش برای رصد وقتی از نظر فیزیکی و/یا روحی خسته‌اید قطعاً نه‌تنها موجب ناامید شدن شما می‌شود بلکه ممکن است شما را به فکر فروختن تلسکوپ بارزش‌تان هم بیاندازد! حتی چرتی کوتاه پیش از رفتن به رصد، در پایان یک روز شلوغ کاری، بسیار مفید است. خوردن شام سنگین، پیش از رصد، موجب احساس کسلی می‌شود و تمرکز و هوشیاری شما را برای کار با تلسکوپ کاهش می‌دهد. بهتر است شام را پس از پایان رصد بخورید، به‌ویژه که بسیاری از رصدگران بعد از رصد خود را گرسنه و قطحی‌زده حس می‌کنند (مخصوصاً در شب‌های سرد!) نوشیدنی‌های مختلف همچون چای، قهوه، و شکلات داغ می‌تواند انرژی مورد نیازتان را فراهم کند (و شما را در موقع لزوم گرم کند). یادتان باشد که نوشیدنی‌های الکلی درحالی که مردمک چشم را گشاد می‌کنند، که باعث ورود نور بیشتر به چشم می‌شود، همچنین اثر منفی بر شیمی چشم دارند. به این ترتیب توانایی چشم را در دیدن جزئیات ظریف و ریز بر ماه و سیارات، یا تفکیک ستاره‌های دوتایی نزدیک، و مخصوصاً حساسیت چشم را در تشخیص اجرام مه‌آلود کم‌فروغ مانند سحابی‌ها و کهکشان‌ها کاهش می‌دهد!

سرانجام مسئله‌ی بسیار مهم آمادگی مطرح می‌شود. این فقط آگاه بودن از این نیست که چه اجرامی در هر شب خاص در زمانی خاص از سال دیده می‌شوند، یا این که کدام‌شان با تلسکوپ یا ابزار شما دیده می‌شوند، یا تصمیم‌گیری راجع به این نیست که چه اجرامی را رصد کنید. مسئله فراتر از این است و به سوی درکی از ماهیت فیزیکی جرم رصدشده می‌رود؛ واقعیت‌هایی مانند نوع، فاصله، اندازه‌ی فیزیکی، روشنایی، جرم، دما، سرعت دور یا نزدیک شدن از/به شما، سرعت چرخش، ترکیبات، سن، و جایگاه آن در عالم هستی. به بیان دیگر، ما در مقام رصدگر باید به‌جز دیدن با چشم با ذهن‌مان هم «بینیم» (برای این که بهتر متوجه اهمیت و هدف آمادگی پیش از رصد شوید دستورات زیبای رصدگر کلاسیک، چارلز ادوارد بارنز<sup>۱</sup>، را در نخستین خطوط فصل ۱۰ ببینید.)

۱- Charles Edward Barns



## رصد اجرام منظومه‌ی شمسی

در این فصل به وجوه مختلف رصد اجرام داخل منظومه‌ی شمسی با تلسکوپ و دوربین دوچشمی می‌پردازیم؛ هم برای لذت بردن و هم برای انجام رصدهای مفید علمی. این حوزه آن قدر وسیع است که کتاب‌های متعددی فقط در همین باره و نیز درباره‌ی هر یک از اجرام به‌تنهایی نوشته و منتشر شده است. به سبب کمبود جا در این کتاب مباحث مطرح‌شده فقط در حدّ مرور است. همچنین در هر بخش منابع اضافی مناسب را هم معرفی کرده‌ام.

### خورشید

با ستاره‌ی درخشان و سوزان روزهای خود، خورشید، آغاز می‌کنیم که در فاصله‌ی متوسط ۱۵۰ میلیون کیلومتر (یا ۸ دقیقه‌ی نوری) از ما قرار دارد. خورشید یکی از اجرام آسمانی است که به جای نور کم، نور زیادی تولید می‌کند (که موجب شکایت همیشگی رصدگران است!)؛ آن قدر زیاد که رصد آن بدون حفاظت مناسب چشم حتی خطرناک است. تلاش برای رصد مستقیم خورشید یا رصد بدون استفاده از فیلترهای مناسب خورشیدی ممکن است موجب آسیب جدی به چشم و حتی کوری موقت بشود. باوجودی که در فصل ۷ مُفَصَّل درباره‌ی فیلترها بحث کردیم لازم است باز هم متذکر شویم که وقتی خورشید را رصد می‌کنید حتماً باید دوربین جوینده‌ی تلسکوپ را بپوشانید، زیرا ممکن است موجب سوختن پوست و موها یا حتی لباس‌های تان شود. دوربین‌های دوچشمی هم باید روی هر دو عدسی شیئی فیلتر داشته باشند (اینجا هم مثل تلسکوپ فیلتر را روی چشمی نگذارید!) تا رصدتان ایمن شود.



واضح‌ترین عوارض دیدنی بر سطح خورشید حتی از درون تلسکوپ ۲ یا ۳ اینچی با بزرگنمایی ۲۵ تا ۳۰ برابر لکه‌های خورشیدی<sup>۱</sup>، با سایه‌ی<sup>۲</sup> درونی تیره‌تر و نیم‌سایه‌ی<sup>۳</sup> بیرونی روشن‌ترشان، هستند. (برخی از بزرگ‌ترین آن‌ها در شرایطی خاص حتی با چشم برهنه دیده می‌شوند و بسیاری از آن‌ها را با دوربین‌های دوچشمی نیز می‌توان دید.) نه‌تنها شکل و اندازه‌ی آن‌ها مدام تغییر می‌کند، بلکه با چرخش خورشید مدام روی سطح خورشید نیز حرکت می‌کنند. نزدیک لبه‌ی خورشید، آن‌ها آشکارا به هم فشرده می‌شوند و در مرکز برخی از آن‌ها نیز حتی فرورفتگی ظاهری در نورسپهر (سطح مرئی خورشید) به نظر می‌رسد. به‌خوبی می‌دانیم که لکه‌های خورشیدی<sup>۴</sup> در چرخه‌ای ۱۱ ساله، به نام چرخه‌ی لکه‌های خورشیدی، می‌آیند و می‌روند. نزدیک بیشینه‌ی چرخه ممکن است سطح خورشید با آن‌ها پوشیده شود که معمولاً در گروه‌های بزرگ جمع‌اند، درحالی‌که در کمینه‌ی چرخه شاید یافتن حتی یک عدد از آن‌ها هم مشکل باشد.



شکل ۹-۱

فیلتر خورشیدی شیشه‌ای کامل که بر عدسی شیئی تلسکوپ شکستی ۸۰ میلی‌متری نصب شده است. (توجه کنید که درپوش جوینده بسته شده که نکته‌ای بسیار حیاتی است!) این فیلترها، که البته بسیار گران‌قیمت‌تر از فیلترهای مایلانز، تضاد تصویر بهتری ارایه می‌دهند و در آن‌ها خورشید ظاهری زرد-نارنجی و طبیعی دارد، به جای رنگ آبی-سفید در فیلترهای مایلانز. اگر این ابزار تمام-قطر به‌طرزی ایمن نصب شود برای رصد ستاره‌مان کاملاً ایمن است؛ در برابر کار بسیار خطرناک قرار دادن فیلتر روی خود چشمی که اصلاً توصیه نمی‌شود.

۱- sunspots

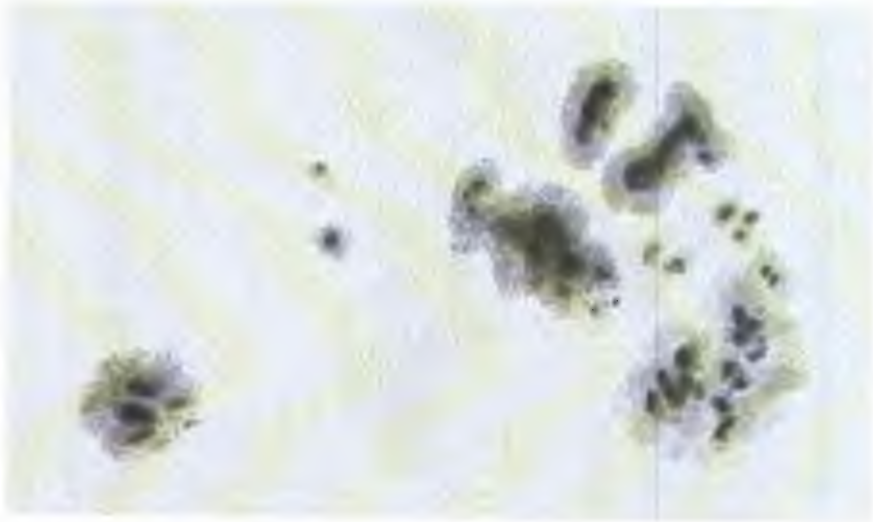
۲- umbra

۳- penumbra

۴- sunspot cycle



در شرایط نادر، شرمای سفیدنور<sup>۱</sup> درخشانی ناگهان درون لکه‌ی خورشیدی ظاهر می‌شود، در عرض چند دقیقه پهنای آن را طی می‌کند و به سوی جو بیرونی خورشید زبانه می‌کشد. دیگر دیدنی‌هایی که باید دنبال‌شان بگردید اثر تاریکی لبه<sup>۲</sup> در نزدیکی حاشیه‌های قرص خورشید است که به خورشید شکل سه‌بُعدی بسیار قابل توجهی می‌دهد و می‌توان کروی بودن آن را واقعاً حس کرد. همچنین می‌توانم به دانه/دانه‌های<sup>۳</sup> ریز سطحی اشاره کنم، که درواقع حباب‌های کوچک همرفتی حرارتی در نورسپهر خورشیدند که مدام در حال قل زدن، ظاهر و ناپدید شدن، و در تاریکی لبه از همه‌جا آشکارترند. تلسکوپ ۴ یا ۵ اینچی با بزرگنمایی ۵۰ برابر یا بیشتر در شرایط دید خوب آن‌ها را به‌آسانی نشان می‌دهد. یکی دیگر از عوارض مشابه مشعل‌ها<sup>۴</sup>، نقاطی داغ‌تر و بنابراین درخشان‌تر، در نورسپهرند که معمولاً در نزدیکی لکه‌های خورشیدی دیده می‌شوند و، مانند دانه‌دانه‌ها، در تاریکی لبه بهتر دیده می‌شوند.



شکل ۹-۲

طرحی بسیار پُرجزئیات از لکه‌های خورشیدی در رصدی مشهور و کلاسیک از ساموئل پیرپونت لنگلی (Samuel Pierpont Langley) در سال ۱۸۷۰ با تلسکوپ شکستی ۱۳ اینچی با بزرگنمایی بسیار بالا در شرایط دید فوق‌العاده. به سایه‌های درونی تیره و نیم‌سایه‌های بیرونی روشن‌تر و ظریف توجه کنید. «کک‌ومک‌های» اطراف لکه‌های خورشیدی نشانگر دانه‌های خورشیدی یا سلول‌های همرفتی بر نورسپهر (یا سطح مرئی) خورشیدند.

۱- white-light flare

۲- limb darkening

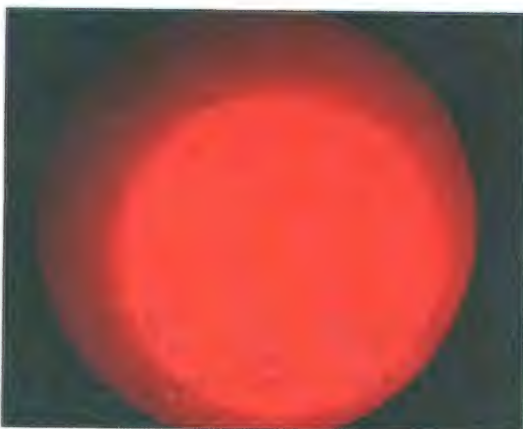
۳- granulations

۴- faculae



شکل ۹-۳

نویسنده در حال کار با تلسکوپ شکستی ۶ اینچی مجهز به فیلتر خورشیدی هیدروژن-آلفا. به قرص دایره‌شکل بر بالای لوله توجه کنید (که عدسی شیئی فیلتردار تلسکوپ از میان آن بیرون زده است) که هم مقابل جوینده و هم مقابل تلسکوپ بازتابی کوتاه‌کانون کمکی را پوشانده است (اقدام احتیاطی بسیار مهم!). این قرص همچنین مانع نور خورشید از تابیدن مستقیم به سر رصدگر می‌شود.



شکل ۹-۴

نمایی از خورشید که به‌سادگی با نشانه‌روی دوربین از درون چشمی تلسکوپ تصویر ۹-۳ گرفته شده است. دقت در لبه‌های قرص خورشید چندین شراره‌ی کوچک را نمایان می‌کند، به‌ویژه در موقعیت‌های ساعت ۹ و ۱۰ قرص خورشید. آن‌ها در رصد واضح‌تر از آن‌اند که در اینجا نشان داده شده‌اند و حرکت دلپذیرشان را با رصد صیورانه می‌توان تشخیص داد.

همه‌ی آنچه در بالا گفتیم عوارض دیدنی سطح خورشیدند که در نور مرئی یا «سفید» دیده می‌شوند. با ظهور فیلترهای قابل خرید هیدروژن-آلفا (و حتی تلسکوپ‌های ویژه‌ی رصد خورشید که این فیلترها درون‌شان تعبیه شده است؛ فصل ۴ را ببینید) برای منجمان آماتور هم ممکن شده که به اعماق لایه‌های پُرگوش‌وخروش ستاره‌مان نگاهی بیندازند و همچنین زبانه‌های قوس‌دار<sup>۱</sup> خورشید را نیز رصد کنند. زبانه‌ها گاه از لبه‌ی خورشید به‌طرزی اعجاب‌آور زبانه می‌کشند و گاهی نیز همچون روبان‌های مارمانند سیاهی از مقابل سطح خورشید حرکت می‌کنند. اگر به دنبال جرمی آسمانی می‌گردید که حین رصد شما «کاری انجام دهد» هیچ چیزی از خورشید در نور هیدروژن-آلفا پویاتر و تماشایی‌تر نیست.

در شرایطی نادر، می‌توان گذر<sup>۲</sup> سیارات داخلی عطارد و زهره را از روی سطح خورشید تماشا کرد. در این میان گذرهای عطارد فراوان‌ترند؛ آخرین آن‌ها در ۸ نوامبر ۲۰۰۶ (۱۷ آبان ۱۳۸۵) رخ داده و گذر بعدی عطارد روز ۹ مه ۲۰۱۶ (۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۵) و بعدی در روز ۱۱ نوامبر ۲۰۱۹ (۲۰ آبان ۱۳۹۸) رخ می‌دهد. در چنین زمان‌هایی، این سیاره‌ی کوچک همچون نقطه‌ی ریز سیاهی به قطر ۱۰ ثانیه‌ی قوس (برای دیدن آن به دوربین دوچشمی قوی یا تلسکوپ کوچک نیاز دارید) دیده می‌شود که با سرعتی آهسته طی چند ساعت بر سطح خورشید حرکت می‌کند. گذرهای زهره بسیار نادرترند و وقتی رخ می‌دهند در جفت‌هایی با فاصله‌ی زمانی ۸ سال از هم است. فاصله‌ی هر جفت تا جفت بعدی حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ سال است. جفت آخری که رخ داده در سال‌های ۱۸۷۴ و ۱۸۸۲ بوده و نخستین گذر از جفت فعلی را در ۸ ژوئن ۲۰۰۴ (۱۹ خرداد ۱۳۸۳) دیدیم. در آن تاریخ، زهره همچون لکه‌ی خورشیدی بزرگ گردی بود که حتی با دوربین دوچشمی هم به‌سادگی دیده می‌شد. گذر دوم این جفت در ۵ ژوئن ۲۰۱۲ (۱۶ خرداد ۱۳۹۱) رخ خواهد داد. جفت بعدی گذرهای زهره در سال‌های ۲۱۱۷ و ۲۱۲۵ میلادی (۱۴۹۶ و ۱۵۰۴ شمسی) رخ خواهند داد. به این نکته هم باید اشاره کنیم که گذرهای اجرام تیره‌ی دیگری به‌جز عطارد و زهره نیز بر سطح خورشید از زمان اختراع تلسکوپ (و حتی چندتایی پیش از تلسکوپ و با چشم برهنه) گزارش شده است. باوجودی که در سه قرن گذشته بیش از ۶۰۰ گزارش در متون نجومی آمده ماهیت آن‌ها هنوز ناشناخته و مبهم است. بنابراین رصدگران باید همواره مترصد دیدن چنین مناظر عجیبی هم باشند. توجه داشته باشید که بالن‌ها و ماهواره‌ها بسیار سریع از روی سطح خورشید می‌گذرند، درحالی‌که اجرام گزارش‌شده، همچون عطارد و زهره، حرکتی آهسته داشته‌اند. البته سعی کنید همواره با دید علمی به رصدهای خود نگاه کنید و از منابع موثق صحت آن‌ها را مطمئن شوید و ذهن خودتان را با افکار بی‌موردی مثل بشقاب‌های پرنده و از این قبیل مسایل درگیر نکنید. ثبت دقیق رصدها می‌تواند به شناسایی جرم رصدشده کمک کند. باز هم به یاد داشته باشید که حین رصد گذرها هم، گذر هرچه که باشد، باید از فیلترهای خورشیدی مناسب استفاده کنید.

آخرین منظره‌ی تماشایی مربوط به خورشید کسوف یا خورشیدگرفتگی<sup>۱</sup> است که طی آن زمین از میان مخروط باریک سایه‌ی ماه عبور می‌کند. کسوف‌های طبیعی ممکن است جزئی، کامل، یا خَلْقوی (با حلقه‌ی آتشین خورشید به دور قرص تیره‌ی ماه در زمان گرفت کلی<sup>۲</sup>) باشند. بی‌شک گرفت کامل بزرگ‌ترین شگفتی طبیعت است که رویدادهای هیجان‌انگیز بسیاری را نیز به همراه دارد که همگی در همان چند دقیقه‌ی ارزشمند گرفت کلی رخ می‌دهند. یکی از آن‌ها ظهور ناگهانی تاج<sup>۳</sup> ظریف اما باشکوه خورشید، و دیگری رقص زبانه‌های سرخ‌رنگ بر لبه‌ی خورشید، و اثر مشهور «حلقه‌ی الماس»<sup>۴</sup> است. همچنین باید به تبدیل مهیج نور روز به تاریکی، ظهور هیجان‌انگیز سیارات و ستاره‌های درخشان، و کاهش محسوس دمای محیط حین تاریک شدن اشاره کنیم. استفاده از فیلترهای خورشیدی در رصد خورشیدگرفتگی -چه با چشم برهنه، یا دوربین‌های دوچشمی (که معمولاً بهترین نما را دارد) یا با تلسکوپ- نیز کاملاً ضروری است؛ به‌جز زمان بسیار کوتاه گرفت کلی.

## ماه

قمر دوست‌داشتنی زمین، در فاصله‌ی ۳۸۳ هزار کیلومتری، نزدیک‌ترین جرم آسمانی به ماست (البته به استثنای سیارک‌های «زمین‌خراش»!). و به همین سبب، مناظر بسیار متنوع و جالبی را برای رصد -حتی با دوربین دوچشمی- عرضه می‌کند. به‌جز «دریاهای»<sup>۵</sup> تیره‌ی واضح و نواحی درخشان مرتفع بر سطح ماه رشته‌کوه‌های شگفت‌انگیز، دشت‌های عظیم دیواره‌دار، گودال‌های برخوردی کوچک و بزرگ، حفره‌ها، گنبدها، دره‌های باریک، تَرک‌ها و گُسل‌ها، و شعاع‌ها نیز برای رصد وجود دارند. همین‌طور که ماه /هله‌ی<sup>۶</sup> ماهانه‌ی خود را طی می‌کند، نمایش نور و سایه بر سطح آن مدام تغییر می‌کند؛ نه تنها ساعت به ساعت بلکه دقیقه به دقیقه! بسیاری از رصدگران بر این باورند که وقتی یکی از فازهای اهله‌ی ماه، مانند تربیع اول (یا ماه نیمه‌روشن)، هر ماه تکرار می‌شود عوارض رصدی سطح آن عیناً مشابه هم‌اند. اما، به لطف ظرافت دینامیک مداری، ماه تا هفت سال ظاهر یکسانی از خود نشان نمی‌دهد! به استثنای شعاع‌های درخشان ماه، که هنگام ماه کامل بهترین دید را دارند، بهترین زمان رصد دیگر عوارض سطحی ماه زمانی است که آن عارضه نزدیک سایه‌مرز<sup>۷</sup> -مرز میان روز و شب بر سطح ماه- قرار داشته باشد. در اینجا نور خورشید با زاویه‌ی بسیار پایین و مایل به عوارض می‌تابد که سایه‌هایی بلند و زیبا روی سطح می‌اندازد و برجستگی‌های عمودی را با اغراق نمایش می‌دهد. نمای ماه در زمان تربیع اول یا آخر (شب هفتم و بیست‌ویکم ماه قمری) از همیشه جذاب‌تر است.

۱- solar eclipse

۲- totality

۳- corona

۴- diamond ring

۵- maria

۶- phases

۷- terminator





### شکل ۹-۵

ماه در حالتی نزدیک به تربیع اول (قرص نیمه) که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتیک ۱۱ اینچی تصویربرداری شده است. چند روز پیش از تربیع اول و پس از تربیع آخر بهترین زمان برای رصد عوارض سطحی ماه مانند دهانه‌های برخوردی، کوه‌ها، و دره‌هاست. در آن زمان نور خورشید با زاویه‌ای ملایم می‌تابد و سایه‌هایی بلند و زیبا می‌اندازد که خطوط برجسته‌ی افقی (به‌ویژه در امتداد سایه‌مرز یا همان خط جداکننده‌ی روز و شب روی ماه) را به‌صورتی اغراق‌آمیز نمایان می‌کند. دنیایی بیگانه اما خارق‌العاده در برابرتان است تا آن را با دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌هایی در همه‌ی اندازه‌ها بررسی کنید!

یکی از جذاب‌ترین - و بحث‌برانگیزترین - وجوه رصد ماه موضوع پدیده‌های زودگذر ماه<sup>۱</sup> است. از زمان اختراع تلسکوپ، منجمان آماتور و حرفه‌ای از رصد درخش‌های آنی، تاریک‌شدگی، رنگی‌شدن و حتی نورهای متحرک بر سطح ماه گزارش‌هایی ارایه کرده‌اند! این رصدها به همه‌چیز، از تصورات بیش‌فعال رصدگران تا بازتاب‌های جوّی، تخلیه‌ی گازهای آب‌های زیرزمینی، فعالیت‌های آتش‌فشانی، و برخورد شهاب‌سنگ‌ها نسبت داده شده‌اند. مثالی نمونه (که خودم شاهدش بودم)، در دهانه‌ی برخوردی افلاطون، ناپدید شدن آهسته‌ی دهانه‌های کوچک درون آن از یک سوی بستر تاریکش به آن سو و سپس دوباره ظاهر شدن آهسته‌ی آن‌ها به ترتیب برعکس بود که همه طی فقط چند ساعت رخ داد. منطقه‌ی ظاهراً فعال دیگر دهانه‌ی برخوردی آریستارخوس است که برخی گاهی تابش‌های سرخ‌رنگ در آن دیده‌اند؛ از سر ویلیام هرشل تا فضانوردان آپولو در حال گردش به دور ماه. نکته در اینجا «هشیاری» حین رصد ماه است!

۱- transient lunar phenomena (TLPs)



قمر ما حین حرکت رو به شرق خود در آسمان در مدارش (تقریباً به اندازه یک قطر خودش در هر ساعت) هر از چند گاهی از جلو سیارات، سیارک‌ها، ستاره‌ها، و اجرام ژرف آسمان متعدد، مانند خوشه‌های ستاره‌ای، عبور می‌کند و موجب اختفا<sup>۱</sup> می‌شود. ناپدید و باز پدیدار شدن این اجرام پشت ماه منظره‌ای چشمگیر است؛ به‌ویژه سیارات که مثلاً می‌توان بلعیده شدن حلقه‌های زحل یا قمرهای مشتری پشت گره‌ی غول‌پیکر ماه را نیز رصد کرد. و ستاره‌ها ناگهان خاموش و پس از مدتی باز روشن می‌شوند، انگار کلید برق آن‌ها در دست کسی است. (برای ستاره‌های دوتایی نزدیک، این اتفاق مرحله‌به‌مرحله می‌افتد، چنان‌که نخست ستاره‌ی اول مخفی می‌شود و بعد ستاره‌ی دوم.) یکی از شگفت‌انگیزترین نماها در اینجا عبور ماه از مقابل خوشه‌ای ستاره‌ای، مانند خوشه‌ی پروین یا قلائص، است. در این هنگام، نه‌تنها می‌توانید حرکت آهسته و سنگین ماه در آسمان را حس کنید (به‌ویژه وقتی بخش تاریک آن هم با نور زمین‌تاب<sup>۲</sup> به‌طور خفیفی روشن می‌شود) بلکه همچنین به‌شکلی سه‌بعدی کروی بودن و در فضا شناور بودن آن را در پیش ستاره‌های دور دست زمینه بهتر درک می‌کنید!

زمان‌سنجی دقیق اختفا اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی شکل لبه‌ی ماه، موقعیت و حرکات مداری ماه، و در مورد سیارک‌ها اندازه و شکل آن‌ها به ما می‌دهد. از همه شگفت‌انگیزتر اختفای خراشان<sup>۳</sup> است که در آن اجرام در پس کوه‌ها و دره‌های لبه‌ی ماه پنهان و سپس آشکار می‌شوند. اتفاق جالب دیگر «جنیدن» یا «تکان» آهسته‌ی ماه در راستای عرض و طول جغرافیایی است که آن را به نام رُخگرد<sup>۴</sup> (یا لیبراسیون) می‌شناسیم (که به ما اجازه می‌دهد کمی هم از پشت ماه یا درواقع ۵۹ درصد از کل گره‌ی ماه را ببینیم). در نتیجه، عوارض لبه‌ی ماه دائم ظاهرشان را برای ما تغییر می‌دهند. یکی از مراکز معتبری که رصدها و تحلیل‌های اختفاهای ماه را گردآوری می‌کند انجمن جهانی زمان‌سنجی اختفاه<sup>۵</sup> در ایالات متحده است. از طریق این نشانی اینترنتی می‌توانید با این انجمن ارتباط برقرار کنید: [www.occultations.org](http://www.occultations.org). یکی دیگر از مراکز معتبر که همه‌جور رصد ماه (و نیز سیارات و دیگر اجرام منظومه‌ی شمسی) را از آماتورها گردآوری می‌کند انجمن نجوم انگلستان<sup>۶</sup> و انجمن رصدگران ماه و سیارات<sup>۷</sup> در ایالات متحده است. آن‌ها را هم در این نشانی‌ها می‌توانید بیابید: [www.britastro.org](http://www.britastro.org) و [www.lpl.arizona.edu/alpo](http://www.lpl.arizona.edu/alpo).

دو موضوع دیگر در رصد ماه، که ارزش اشاره دارند، بیشتر ارزش زیبایی‌شناسی دارند تا علمی. یکی از آن‌ها خسوف یا ماه‌گرفتگی<sup>۸</sup> است که طی آن ماه از میان سایه‌ی مخروطی‌شکل زمین عبور می‌کند و به رنگ‌های صورتی، مسی، نارنجی، گل‌پهی یا حتی قرمز خونی درمی‌آید که این

۱- occultation

۲- earthshine

۳- grazing occultation

۴- libration

۵- International Occultation Timing

Association (IOTA)

۶- British Astronomical Association (BAA)

۷- Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO)

۸- lunar eclipse

رنگ‌ها حاصل نوع نوری است که از ابرهای جو زمین به درون سایه و به سوی ماه بازتاب می‌شود. در اینجا هم، حرکت پیوسته و آهسته‌ی ماه به سوی شرق در میان سایه به‌وضوح آشکار است؛ حتی با دوربین دوچشمی. همچنین به این نکته توجه کنید که سایه‌ی زمین که روی ماه افتاده طی همه‌ی مراحل خسوف انحنا دارد و این مدرکی قاطع از گرد بودن سیاره‌ی ماست (که حتی مردمان باستان هم می‌دانستند)!

موضوع دیگر مقارنه<sup>۱</sup> است؛ یا نزدیک شدن به ستاره‌های درخشان یا سیارات چشمگیری مانند مشتری یا زهره. منظره‌ی نمونه‌ی این رویداد هلال دوست‌داشتنی ماه بر فراز افق غربی در شفق (یا در فراز افق شرقی در فلق) است که، درحالی که بخش تاریک آن را زمین تاب روشن کرده است، یک یا دو سیاره‌ی درخشان یا ستاره‌ای پُرفروغ نیز آن را همراهی می‌کنند. چنین اجتماعاتی بسیار چشمگیرند، به‌ویژه اگر با دوربین دوچشمی یا تلسکوپ‌های میدان دید باز (RFTs) تماشا شوند. بعضی مواقع، می‌توان ماه و سیاره یا ستاره‌ی کنارش را با هم در میدان دید تلسکوپی استاندارد جای داد که تضادی جذاب بین اجرام گوناگون آسمانی را به نمایش خواهد گذاشت.

لذتی بالاتر از این نیست که با تلسکوپی کوچک و به کمک نقشه‌ی راهنمای ماه به گشت‌وگذار شبانه در میان عوارض سطح ماه بپردازید. نماهایی با زاویه‌ی باز و بزرگنمایی کم قمر زیبایی ما را معلق در فضا نمایش می‌دهند، درحالی که نماهایی با بزرگنمایی بالا این حس را به شما می‌دهد که انگار در مداری به دور ماه شناورید! اگر شرایط دید خوب باشد استفاده از بزرگنمایی‌های بالا برای رصد ماه مناسب است. با تقسیم فاصله‌ی ماه بر بزرگنمایی استفاده‌شده درمی‌یابید که ماه در چشمی در چه فاصله‌ای دیده می‌شود. پس، بزرگنمایی ۲۴۰ برابر در فاصله‌ی متوسط ماه، آن را به‌ظاهر به فاصله‌ی ۱۶۰۰ کیلومتری از ما می‌آورد. جزئیاتی که با تلسکوپی ۶ اینچی (از هر نوع) روی ماه دیده می‌شود در این بزرگنمایی خیره‌کننده است! نقشه‌های راهنمای بسیاری از ماه وجود دارند که در این نوع رصدها شما را کمک می‌کنند. توجه کنید که اگر با تلسکوپ شکستی، بازتابی مدل کاسگرین، یا کاتادیوپتریک از چُپقی استفاده می‌کنید (که معمولاً نیز چنین است) مقایسه‌ی نقشه‌ی سنتی وارونه‌ی ماه با ماه واقعی تقریباً غیرممکن است زیرا چپقی تصویر وارونه‌ی آینه‌ای ایجاد می‌کند. برخی ناشران نقشه‌هایی ارایه می‌کنند که این مشکل را برطرف می‌کند. از دیگر منابع عالی برای رصد ماه می‌توان به *اطلس ماه*<sup>۲</sup> کار آنتونین روکل<sup>۳</sup> و نیز *ماه نوین: نمایی شخصی*<sup>۴</sup> اثر چارلز وود<sup>۵</sup> اشاره کرد. نفر دوم همچنین ابداع‌کننده‌ی نقشه‌ی محبوب ۱۰۰ برگه‌*از ماه*<sup>۶</sup> است که در یک سو بهترین عوارض رصدی ماه را به ترتیب مشکل بودن در رصد فهرست کرده و در سوی دیگر نقشه‌ای کامل از ماه را ارایه کرده است. هر سه این منابع رصدی را انتشارات Sky Publishing در سال ۲۰۰۴ منتشر کرده است.

۱- conjunction

۲- *Atlas of the moon*

۳- Antonin Rukl

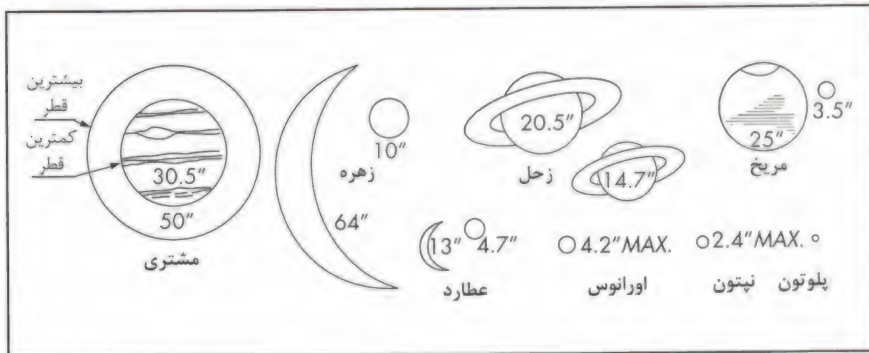
۴- *The Modern Moon: A Personal View*

۵- Charles Wood

۶- *Lunar 100 Card*

## سیارات

با سیاره‌ی گریزپا، عطارد<sup>۱</sup>، آغاز می‌کنیم که از همه به خورشید نزدیک‌تر است. این گوی کوچک نیز، مانند ماه، اهله دارد و هرگز در بهترین موقعیت رصد هم قطرش از ۱۷ ثانیه‌ی قوس بزرگ‌تر نمی‌شود. این حالت در زمان بیشترین کشیدگی<sup>۲</sup> شرقی (در آسمان شام‌گاهی) یا غربی (در آسمان صبح‌گاهی) آن نسبت به خورشید رخ می‌دهد که در آن زمان‌ها نیمی از قرصش نور خورده است. تلسکوپ<sup>۳</sup>ی اینچی در بزرگنمایی ۱۰۰ برابر اهله‌ی عطارد و قرص کوچک صورتی‌رنگ آن را نشان می‌دهد، درحالی‌که بزرگنمایی ۲۰۰ برابر در تلسکوپ<sup>۴</sup>ی ۶ اینچی یا بزرگ‌تر نشانه‌هایی از عوارض ظریف سطحی را نشان می‌دهد. متأسفانه عطارد هیچ‌گاه زیاد از خورشید دور نمی‌شود و بنابراین همواره کمی از افق فاصله دارد و به این ترتیب تصویرش اغلب به‌سبب آشفتگی‌های جوّی و مه در آن ناحیه از آسمان بی‌کیفیت است. به همین سبب، بسیاری از رصدگران آن را در طی روز رصد می‌کنند که ارتفاع بیشتری در آسمان دارد. اما یافتن آن بدون کمک دایره‌های دقیق تنظیم مختصات بسیار مشکل است، به‌ویژه که خورشید هم بسیار به آن نزدیک و البته حضورش خطرناک است. تلسکوپ‌های مجهز به سیستم‌های گوتو یا جی‌پی‌اس، که از شب پیش با ستاره‌ها هم‌خط شده و حرکت داده نشده‌اند، باید بتوانند به راحتی و با اطمینان آن را به کمک پایگاه داده‌های خود پیدا کنند.



شکل ۹-۶

بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه‌های نسبی سیارات به واحد ثانیه‌ی قوس در مقیاسی واحد. توجه کنید که زهره در حالت هلالی بزرگ‌ترین اندازه‌ی ظاهری را دارد و به همین سبب هم در آن حالت درخشان‌تر از حالت قرص کامل است که ممکن است متوجه آن شده باشید! و همچنین پلوتون دوردست در تلسکوپ‌های آماتوری (و بیشتر تلسکوپ‌های رصدخانه‌ای) کاملاً حالت ستاره‌مانند خود را حفظ می‌کند و فرقی هم ندارد که تلسکوپ چقدر بزرگ باشد.

سیاره‌ی بعدی به ترتیب فاصله از خورشید زهره<sup>۱</sup>، یا «ستاره‌ی صبح‌گاهی و شام‌گاهی»، و درخشان‌ترین سیاره -و درواقع درخشان‌ترین جرم آسمانی بعد از خورشید و ماه- در آسمان است. آن هم، مانند عطارد، اهله<sup>۲</sup> دارد؛ از قرص کامل زمانی که نسبت به ما در آن سوی خورشید قرار دارد تا هلالی بزرگ زمانی که بین خورشید و زمین قرار می‌گیرد. در این زمان، کمترین فاصله‌اش از ما حدود ۴۰ میلیون کیلومتر -بسیار نزدیک‌تر از فاصله‌ای که مریخ یا هر سیاره‌ی دیگری از ما پیدا کرده است- می‌شود. در این هنگام قطر ظاهری هلال آن به ۶۰ ثانیه‌ی قوس می‌رسد و با دوربین‌های دوچشمی ۵۰×۱۰ هم دیده می‌شود. گسترش جوّی نوک‌های هلال به درون بخش تاریک قرص سیاره را نیز گاهی اوقات در این زمان می‌توان دید. قطر ظاهری زهره در زمان بیشترین کشیدگی‌های غربی یا شرقی خود نسبت به خورشید حدود ۲۴ ثانیه‌ی قوس است.

هرچند روی زهره را پوششی ضخیم از ابرها فراگرفته، گاهی اوقات با تلسکوپ به کوچکی ۴ اینچ هم می‌توان سایه‌روشن‌های ظریف (ازجمله سامانه‌ی پره‌پره‌ی زودگذر جوّی که گاهی پدیدار می‌شود) یا بی‌نظمی‌های سایه‌مرز<sup>۳</sup> را روی آن تشخیص داد. از همه جالب‌تر نور خاکستری<sup>۴</sup> و ناپهنجاری<sup>۵</sup> اهله<sup>۶</sup> است. اولی روشن‌شدگی ظاهری و گاه‌به‌گاه بخش تاریک در زمانی است که زهره در فاز هلالی است که به فعالیت‌های شدید نورهای قطبی نسبت داده می‌شود. دومی این حقیقت عجیب است که وقتی زهره به فاز نیم‌قرص خود (تربیع) می‌رسد خط سایه‌مرز از زمین، آن‌طور که باید، صاف و مستقیم به نظر نمی‌رسد. در عوض، این اتفاق در کشیدگی‌های شرقی چند هفته زودتر از زمان پیش‌بینی‌شده و در کشیدگی‌های غربی چند هفته دیرتر از زمان پیش‌بینی‌شده رخ می‌دهد. علت اصلی این پدیده، که گاه به نام کاشفش اثر شروتر<sup>۷</sup> نامیده می‌شود، هنوز مشخص نیست. بهترین زمان رصد این سیاره نیز، مانند عطارد، در روشنایی روز است؛ زمانی که نه‌تنها سیاره ارتفاع بیشتری در آسمان دارد بلکه رنگ زمینه‌ی آسمان نیز موجب کاهش اثر نور خیره‌کننده‌ی آن نسبت به شب می‌شود. روش مفید دیگر برای رصد زهره این است که در نور گرگ‌ومیش صبح یا شب آن را ببینید زیرا در آن هنگام هم تضاد نوری با بخش روشن آسمان موجب کاهش نور خیره‌کننده‌ی آن و نیز بهبود کیفیت تصویر می‌شود.

اگر به دور شدن از خورشید ادامه دهیم به مریخ<sup>۸</sup> یا «سیاره‌ی سرخ» مشهور اسطوره‌ها، داستان‌های علمی‌تخیلی، و علم می‌رسیم که زمانی تصور می‌شد جایگاه حیات هوشمند فرازمینی است. مریخ در زمان مقابله<sup>۹</sup>، که هر ۲۶ ماه رخ می‌دهد، تا فاصله‌ی ۵۵ میلیون کیلومتری ما و قطر ظاهری آن به ۲۵ ثانیه‌ی قوس می‌رسد. در این زمان، بزرگنمایی ۷۵ برابر آن را درون چشمی تلسکوپ به بزرگی ماه برای چشم برهنه تبدیل می‌کند! (توجه کنید که این موضوع با شابعه‌ای

۱- Venus

۲- terminator irregularities

۳- ashen light

۴- phase anomaly

۵- Schroter effect

۶- Mars

۷- opposition



که هر چند سال یک بار مریخ به بزرگی قرص ماه در آسمان دیده می‌شود کاملاً تفاوت دارد!) در زمان‌هایی به‌جز مقابله دیدن این سیاره چندان لطفی ندارد، چراکه اندازه‌اش تا ۱۰ ثانیه‌ی قوس هم کاهش می‌یابد. اما وقتی به نزدیک‌ترین فاصله‌اش از زمین می‌رسد عوارض جالب بسیاری را می‌توان روی آن دید؛ مخصوصاً با تلسکوپ ۸ اینچی یا بزرگ‌تر.



شکل ۹-۷

طراحی‌نمایی از مریخ آن‌طور که از درون تلسکوپ‌های آماتوری بزرگ با بزرگنمایی بالا در زمان نزدیک‌ترین فاصله‌اش با زمین دیده می‌شود که هر ۲۶ ماه یک‌بار طی مقابله رخ می‌دهد. آنچه در این تصویر می‌بینید عوارض سطحی تیره، بیابان‌های روشن، و یکی از کلاهک‌های سفید قطبی آن است. همچنین به عوارض رگه‌رگه‌ی خطی توجه کنید - همان «کانال‌های» معروف که پرسوال‌لاول و دیگر رصدگران از گذشته تا به امروز گزارش کرده‌اند. از درون تلسکوپی با تصویر برگردان جنوب بالاست.

از جمله‌ی این عوارض می‌توان به این‌ها اشاره کرد: کلاهک‌های یخی قطبی<sup>۱</sup> سفید، نوار تیره‌ی نوب‌شدگی<sup>۲</sup> در اطراف هرکدام وقتی که با رسیدن تابستان به تدریج ذوب می‌شوند به همراه «موج تاریک‌شدگی»<sup>۳</sup> به سوی استواء، بیابان‌های نارنجی<sup>۴</sup> گسترده، علائم تیره‌ی<sup>۵</sup> عظیم (که از خاکستری

۱- polar ice caps

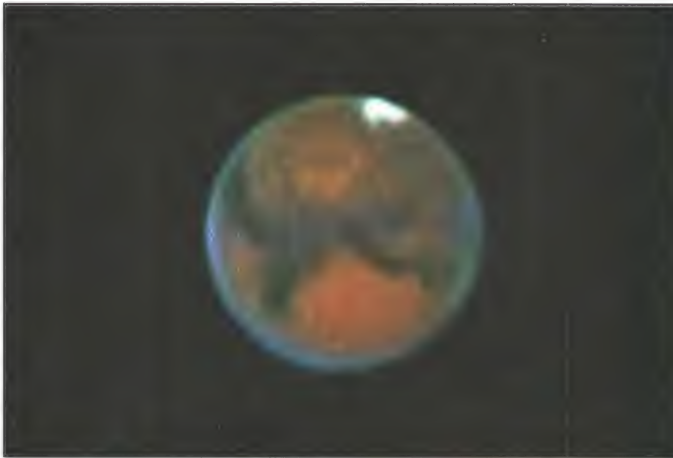
۲- dark melt band

۳- wave of darkening

۴- orange deserts

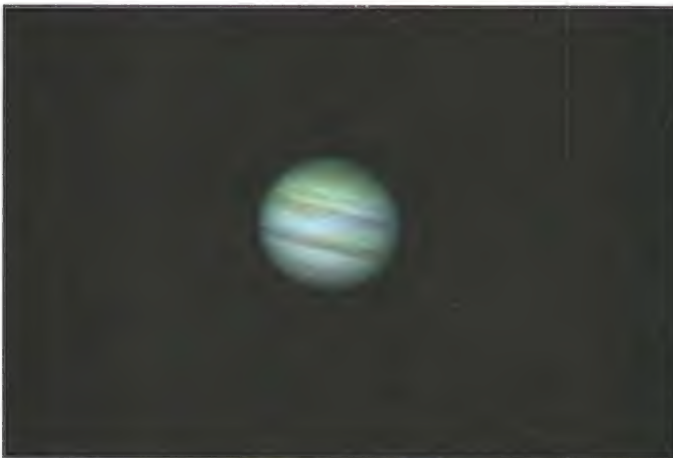
۵- dark markings





شکل ۸-۹

تصویری از مریخ از درون تلسکوپ ۱۱ اینچی اسمیت-کاسگرین کاتادیوپتیک. عوارض سطحی این تصویر را با طرح صفحه‌ی قبل مقایسه کنید (در اینجا سیاره کمی به سمت راست چرخیده است). عکس از دنیس دی. چیکو



شکل ۹-۹

سیاره‌ی پویای مشتری در این تصویر از پشت تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۸ اینچی بدون قمرهایش ثبت شده، اما دو کمر بند استوایی اصلی آن به خوبی دیده می‌شوند. این یکی از آن موقعیت‌های نادر بوده که هیچ کدام از قمرهایش دیده نمی‌شدند «هر چهار قمر گالیله‌ای یا در سایه‌ی مشتری (گرفت)، یا گذر از روی قرص مشتری یا در اختفا بوده‌اند. چرخش سریع این سیاره به دور خودش (در کمتر از ۱۰ ساعت) فقط طی چند دقیقه رصد دقیق مشخص می‌شود. همین چرخش سریع موجب یخ شدن بسیار زیاد مشتری در قطب‌ها شده است. کلاً در رصد همه‌ی سیارات جزئیات بیشتری دیده می‌شود تا در عکس‌برداری و فیلم‌برداری از آن‌ها. (هرچند، با روش‌های تصویربرداری پرسرعت الکترونیکی امروزی می‌توان آنچه را چشم می‌بیند ثبت کرد). عکس از استیو پیترز

در زمستان به سبز مایل به آبی در تابستان تغییر می‌کند اما، آن‌طور که پیش‌تر تصور می‌شد، گیاه نیست)، طوفان‌های غبار<sup>۱</sup> عظیم زردرنگ که گاه‌به‌گاه بیشتر سطح سیاره را می‌پوشانند، ابرهای سفید مایل به آبی، «کانال‌های»<sup>۲</sup> رگه‌دار، و چرخش سیاره در هر ۲۴/۵ ساعت.

یکی از عوارض جذاب سطح مریخ درخشش‌های گاه‌به‌گاه نور است که در زمان مقابله دیده می‌شوند و امروز بر این باوریم که احتمالاً حاصل بازتاب نور خورشید از یخ‌های سطحی است. هرچند، این توضیح علت ظهور درخشش‌ها را در لبه‌ی سیاره شرح نمی‌دهد. عارضه‌ی عجیب دیگر اثر شفافیت آبی<sup>۳</sup> است که وقتی با فیلتر آبی به جو معمولاً کدر مریخ نگاه می‌کنید، شفاف می‌شود و می‌توانید عوارض سطحی زیرش را ببینید.

مریخ دو قمر مشهور اما بسیار کوچک دارد: فوبوس<sup>۴</sup> و دیموس<sup>۵</sup>. برای دیدن آن‌ها، که از قدر ۱۱ می‌درخشند و بسیار سریع به دور سیاره می‌گردند باید تلسکوپ ۱۰ اینچی یا بزرگ‌تر داشته باشید. همچنین، به‌سبب نور خیره‌کننده‌ی مریخ، باید دید و شفافیت آسمان نیز خوب باشد. (برخی از رصدگران، برای رصد قمرها، سیاره را پشت چیزی مخفی می‌کنند.)

«سیاره‌ی غول‌پیکر» مشتری<sup>۶</sup> پویاترین و جالب‌ترین جرم منظومه‌ی شمسی برای بیشتر رصدگران است. بهترین مقابله‌های خود، به فاصله‌ی ۵۸۴ میلیون کیلومتری از زمین و اندازه‌ی ظاهری قطر آن به ۵۰ ثانیه‌ی قوس می‌رسد و به این ترتیب قرص سیاره حتی با دوربین‌های ۷ یا ۱۰ برابر نیز دیده می‌شود. از میان عوارض سطحی که می‌توان با تلسکوپ ۳ اینچی با بزرگنمایی ۷۵ تا ۱۰۰ برابر روی مشتری رصد کرد می‌توانیم به این‌ها اشاره کنیم: یخ‌شدگی قطب‌ها<sup>۷</sup> یا شکل به‌شدت بیضی‌گون سیاره (به‌سبب چرخش سریع ۱۰ ساعته‌ی آن به دور خودش که در زمان گذر عوارض سطحی از نصف‌النهار مرکزی سیاره در چشمی آشکار می‌شود)، کمربندهای رنگین تیره یا نوارها<sup>۸</sup> و منطقه‌های<sup>۹</sup> روشن، اثر تاریک‌شدگی لبه و قطب‌ها<sup>۱۰</sup>، نوارهای<sup>۱۱</sup> مارمانند و بیضی‌های<sup>۱۲</sup> سلول‌شکل، و لکه‌ی سرخ بزرگ<sup>۱۳</sup> مشتری، و پدیده‌های هیجان‌انگیز مربوط به چهار قمر گالیله‌ای<sup>۱۴</sup> بزرگ آن؛ گانیمد، کالیستو، اروپا، و یو<sup>۱۵</sup>.

این قمرهای جواهرمانند در دوربین دوچشمی، که ثابت و بی‌لرزش نگاه داشته شده باشد، دیده می‌شوند (حتی برخی گزارش‌ها از رصد آن‌ها با چشم برهنه وجود دارند!) و می‌توان تغییر موقعیت شب‌به‌شب آن‌ها را در اطراف سیاره دید. حتی در تلسکوپ ۴ اینچی با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر در شب‌هایی با دید پایدار می‌بینید که این قمرها ظاهری ستاره‌مانند ندارند و قرص کوچک آن‌ها پیداست (و با تلسکوپ بزرگ‌تر شاید بتوان عوارضی نیز بر سطح آن‌ها تشخیص داد). شاید جذاب‌ترین نما دیدن ناپدید و پدیدار شدن گرفتی قمرها دراز پس سایه‌ی عظیم مشتری در فضا

۱- dust storm

۲- "canals"

۳- blue clearing

۴- Phobos

۵- Deimos

۶- Jupiter

۷- polar flattening

۸- bands

۹- zones

۱۰- limb and polar darkening

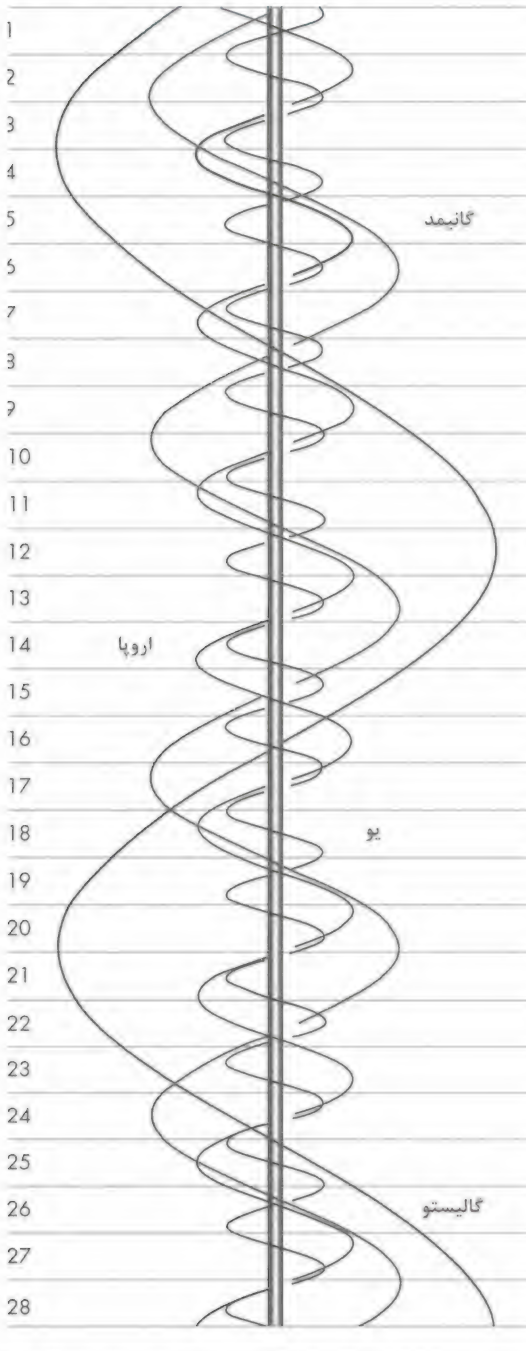
۱۱- festoons

۱۲- ovals

۱۳- Great Red Spot

۱۴- Galilean satellite

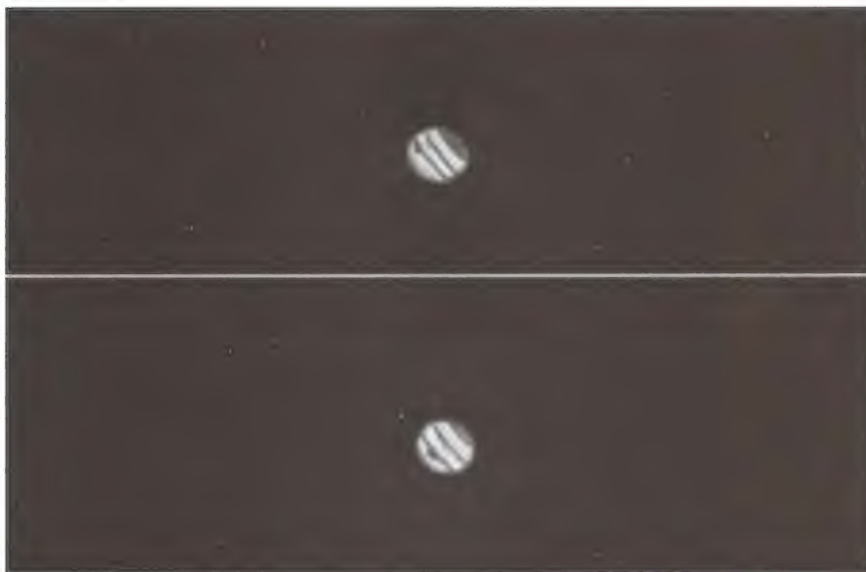
۱۵- Ganymede, Callisto, Europa, Io



#### شکل ۹-۱۰

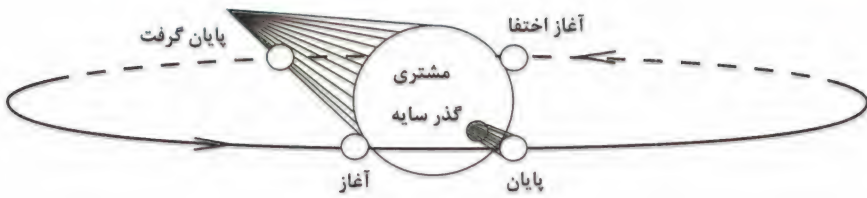
رقص رویایی چهار قمر گالیله‌ای مشتری به دور این سیاره طی چهار هفته. (خط کلفت مرکز نمودار که از بالا به پایین کشیده شده نشان‌دهنده‌ی خود سیاره‌ی مشتری است.) مکان همیشه-در-تغییر قمرها باعث شده رقص قمرهای مشتری از رقص قمرهای همه‌ی سیارات دیگر برای رصدگران دیدنی‌تر باشد. اگر بتوانید دوربین دوچشمی را ثابت نگاه دارید نمای جالبی است و از درون تلسکوپی کوچک بسیار نفس‌گیر است.

باشد که به سبب گردش قمرها به دور سیاره ایجاد می شود. یو، که درونی ترین قمر و سریع ترین آن هاست، فقط حدود یک دقیقه لازم دارد تا ناپدید شود و سپس یکی دو ساعت بعد دوباره پدیدار می شود. درحالی که دو قمر بیرونی تر و آهسته تر ۵ دقیقه برای ناپدید شدن وقت لازم دارند. لذت رصد ناپدید و پدیدار شدن یکی از این قمرها درست در زمان پیش بینی شده وصف ناپذیر است! ناپدید و پدیدار شدن اختفایی قمرها نیز پدیده های دیگر است که درواقع دراز پس خود قرص سیاره رخ می دهد. پدیده ی بعدی گذر یا عبور خود قمرها یا سایه ی سیاه رنگ آن ها از جلو قرص مشتری است. و نیز هر شش سال یکبار که زمین در مدارش از صفحه ی مداری مشتری می گذرد خود قمرها ممکن است از جلو یکدیگر عبور کنند و موجب گرفت هم شوند که به آن پدیده های متقابل قمرها می گویند. زمان و تاریخ همه ی این پدیده ها را می توانید در مجلات و سایت های معتبر نجومی پیدا کنید. (خوب است بدانید با این که امروز می دانیم مشتری بیش از ۶۰ قمر دارد، به جز گالیله ای ها هیچ کدام از آن ها را نمی توانیم با تلسکوپ های آماتوری ببینیم.)



شکل ۹-۱۱

دو طرح از مشتری و چهار قمرش از درون تلسکوپ ۶ اینچی بازتابی. تغییر مکان قمرها نسبت به یکدیگر و نسبت به سیاره را طی بازه ای سه ساعته می بینید. وقتی یکی از قمرهای درونی تر (که از همه سریع تر حرکت می کنند) نزدیک لبه ی قرص مشتری باشد یا وارد سایه ی سیاره شود می توانید در طی چند دقیقه دوره ی تناوب مداری آن را به دست آورید!



شکل ۹-۱۲

این نمودار نشان‌دهنده‌ی وجوه مختلف گرفت‌ها، اختفاها، و گذرهای چهار قمر درخشان مشتری و نیز گذر سایه‌های آن‌ها از فراز ابرهای مشتری است. این رویدادهای جالب در این مظلومه‌ی کوچک باعث جذاب‌تر شدن این سیاره‌ی غول‌پیکر برای رصدگران شده است.

از نظر بیشتر مردم (چه رصدگر و چه غیره) «سیاره‌ی حلقه‌دار» زحل<sup>۱</sup> بی‌شک زیباترین و اثری‌ترین شگفتی آسمان است. این جرم شگفت‌آور در زمان مقابله به فاصله‌ی حدود ۱۲۰۰ میلیون کیلومتری از زمین می‌رسد و اندازه‌ی ظاهری آن از یک انتهای حلقه‌ها تا انتهای دیگر به ۵۰ ثانیه‌ی قوس (حدود اندازه‌ی قرص مشتری در مقابله) می‌رسد، درحالی‌که اندازه‌ی ظاهری قرص زحل در این زمان حدود ۲۰ ثانیه‌ی قوس است. فقط با بزرگنمایی ۲۵ برابر بر تلسکوپی ۲ اینچی می‌توان قرص سیاره و حلقه‌ها را دید که مانند قطعه‌جواهری نفیس در آسمان می‌درخشد. در همین حال، دیدن همین صحنه با تلسکوپی ۱۲ تا ۱۴ اینچی با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر یا بیشتر نفس شما را بند خواهد آورد! (این سیاره با دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ یا بزرگ‌تر تخم‌مرغ‌شکل دیده می‌شود.) این حلقه‌های زیبا از میلیاردها قطعه‌ی یخ و سنگ تشکیل شده که به دور زحل در گردش‌اند. درواقع تعداد حلقه‌ها بسیار زیاد است که واضح‌ترین آن‌ها حلقه‌ی وسیع میانی B است که با شکاف کاسینی<sup>۲</sup> از حلقه‌ی باریک خارجی‌تر A جدا می‌شود. همچنین حلقه‌ی تاریک درونی‌تر C نیز وجود دارد که در جایی که مقابل قرص سیاره قرار می‌گیرد آشکارتر می‌شود. حلقه‌ها سایه‌شان را روی ابرهای فراز قرص سیاره می‌اندازد و سیاره نیز سایه‌اش را بر حلقه‌های پشت سرش می‌اندازد. دیگر پدیده‌هایی که باید اشاره کنیم عبارت‌اند از، تاریک‌شدگی لبه و قطب‌ها، و پخش‌شدگی آشکار قطب‌ها به سبب چرخش سریع سیاره که در استوا فقط ۱۰ ساعت است. لکه‌های سفید گذرا گه‌گاه در جَو این سیاره دیده می‌شوند. در شرایط نادر اختفای ستاره‌ها پشت حلقه‌ها و قرص سیاره رصد شده است. تا زمان نوشتن این کتاب بیش از ۵۰ قمر برای زحل کشف شده که دست‌کم ۴ یا ۵ تای آن‌ها را می‌توان با تلسکوپی ۶ اینچی دید. تیتان<sup>۳</sup>، بزرگ‌ترین قمر زحل، را می‌توان با دوربین دوچشمی دید. تمایل حلقه‌های زحل نسبت به امتداد دید ما از سالی به سال دیگر به طرز قابل توجهی تغییر می‌کند. هر ۱۵ سال، زمین از میان صفحه‌ی گردش حلقه‌های زحل عبور می‌کند و به این ترتیب حلقه‌ها از دید ما

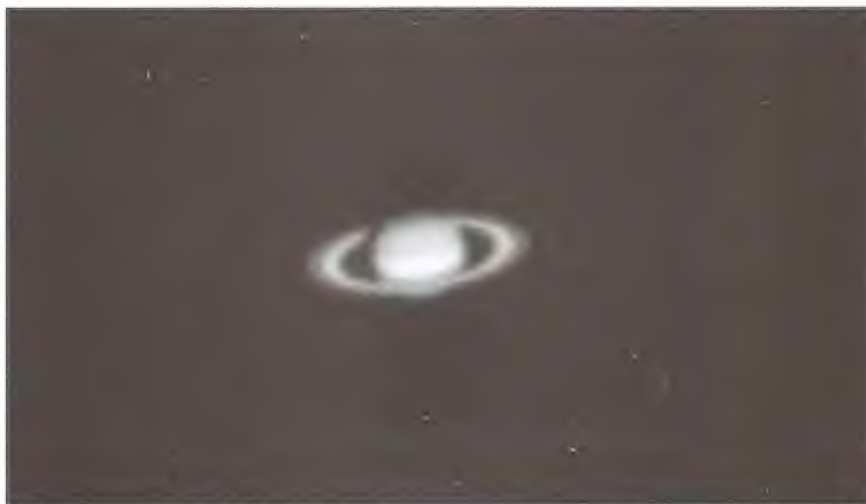
۱- Saturn

۳- Titan

۲- Cassini Division



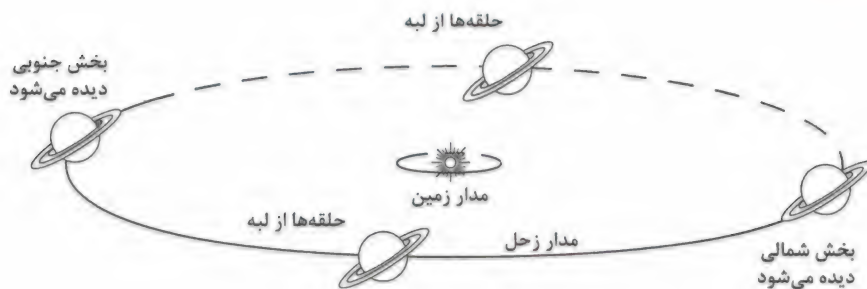
در تلسکوپ‌های آماتوری چند هفته و در ابزارهای بزرگ حرفه‌ای، از جمله تلسکوپ فضایی هابل، چند ساعت پنهان می‌شوند. آخرین بار این رویداد در آخرین هفته‌های تابستان گذشته (۲۰۰۹/۱۳۸۸) رخ داد. حدود یک سال پیش و پس از این رویداد به نظر می‌رسد که قمرها را «با حلقه‌ها به نخ کشیده‌اند» زیرا حلقه‌ها به باریکی نخ دیده می‌شوند! همچنین در حوالی همین زمان‌هاست که برای قمرهای زحل نیز پدیده‌هایی مشابه قمرهای مشتری، که در بالا بحث کردیم، اتفاق می‌افتد. اورانوس<sup>۱</sup> نخستین سیاره‌ی اصلی بود که با تلسکوپ کشف شد (در سال ۱۷۸۱، سر ویلیام هرشل



شکل ۹-۱۳

سیاره‌ی جذاب زحل با حلقه‌های یخی دیدنی‌اش که با تلسکوپ ۱۱ اینچی کاتادیوپتیک اشمیت-کاسگرین تصویربرداری شده است. حتی در تلسکوپ‌ی کوچک با بزرگنمایی کم این سیاره مانند قطعه‌جواهر کیهانی نقیسی به نظر می‌رسد. با افزایش دهانه‌ی تلسکوپ و توان بزرگنمایی جذابیت‌های این سیاره بیشتر هم می‌شود! در اینجا حلقه‌ها نسبتاً باز و با فاصله از سیاره به نظر می‌رسند. به شکاف باریک و تیره‌ی کاسینی در حلقه‌ها توجه کنید، همچنین به سایه‌ی سیاره بر حلقه‌ها درست پشت قرص سیاره سمت چپ. عکس از استیو پیترز

با استفاده از تلسکوپ بازتابی دست‌ساز ۶/۲ اینچی آینه‌فلزی خود آن را کشف کرد). در زمان مقابله، که به قدر ۵/۵ می‌رسد، درست در مرز توان دید چشم برهنه قرار می‌گیرد. به این ترتیب به‌سادگی می‌توانید با دوربین دوچشمی آن را ببینید و مسیر حرکت آهسته‌اش را در میان ستاره‌ها دنبال کنید. قرص سبزآبی کوچک (به قطر ظاهری فقط ۴ ثانیه‌ی قوس) آن در تلسکوپ‌ی ۴ تا ۵ اینچی با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر



شکل ۹-۱۴

تغییر زاویه‌ی حلقه‌های زحل از دید ناظر زمینی حاصل تمایل ۲۷ درجه‌ای محور آن است. حلقه‌های زحل آخرین بار در اوایل پاییز ۲۰۰۹/۱۳۸۸ به صورت کاملاً از لبه دیده و چند روزی حتی به کل از نظرها محو شد و به نظر می‌رسید که سیاره اصلاً حلقه ندارد (البته در تلسکوپ‌های بزرگ دیده می‌شد) و بعد به تدریج شروع به نمایان شدن کرد.

در شبی پایدار به خوبی دیده می‌شود. اما متأسفانه این قرص در تلسکوپ‌های آماتوری صاف و یکدست است و هیچ عارضه‌ی سطحی روی آن دیده نمی‌شود. همراهان اورانوس ۲۱ قمر ریز و درشت‌اند (از جمله دو بزرگ‌ترین قمرهایش تیتانیا<sup>۱</sup> و ابرون<sup>۲</sup>) که برای دیدن آن‌ها باید تلسکوپ‌های بزرگ‌تری داشته باشید. البته گزارش‌هایی از رصد درخشان‌ترین قمرهای اورانوس با تلسکوپ ۸ اینچی نیز وجود دارد. مجموعه حلقه‌های باریک و کم‌فروغ اورانوس را فقط در تصاویر فضاپیماها می‌توان دید.

نپتون<sup>۳</sup>، از قدر ۸، در دوربین‌های دوچشمی همچون جرمی ستاره‌مانند دیده می‌شود، درحالی‌که تلسکوپ‌های ۵ اینچی به بالا با بزرگنمایی ۱۵۰ برابر قرص کوچک آبی‌رنگش را به قطر ظاهری فقط ۲/۴ ثانیه‌ی قوس نمایان می‌کنند. بزرگ‌ترین قمرش، تریتون<sup>۴</sup>، را می‌توان با ابزارهای بزرگ آماتوری دید اما ۱۲ قمر دیگر و مجموعه حلقه‌های کم‌نورتر از توان دید ابزارهای آماتوری است.

دورترین سیاره، که چند سالی است سیاره‌ی کوتوله محسوب می‌شود و نه سیاره‌ی اصلی، پلوتون<sup>۵</sup>، هرگز به قدر درخشان‌تر از ۱۴/۵ نمی‌رسد و کلاً برای دیدن آن به تلسکوپ‌ی بالاتر از ۱۰ اینچ، شبی بسیار تاریک، و نقشه‌ای دقیق از موقعیت آن در میان زمینه‌ی پُرستاره نیاز است. بزرگ‌ترین قمرش، کارن<sup>۶</sup>، فقط یک ثانیه‌ی قوس با آن فاصله‌ی ظاهری دارد و هرگز در هیچ تلسکوپ‌ی دیده نشده است. لذت واقعی در رصد سیارات خارجی، اورانوس و نپتون، و سیاره‌ی کوتوله‌ی پلوتون با تلسکوپ آماتوری این است که شما آن‌ها را از پس میلیاردها کیلومتر فاصله می‌بینید! (پلوتون و کارن از سال ۲۰۰۶ به همراه سیارک‌های سِرس<sup>۷</sup> و اِریس<sup>۸</sup> در رده‌ی سیارات کوتوله قرار گرفتند.)

- ۱- Titania
- ۲- Oberon
- ۳- Neptune
- ۴- Triton

- ۵- Pluto
- ۶- Charon
- ۷- Ceres
- ۸- Iris



شکل ۹-۱۵

دنباله‌دار هیل-پاپ که با دوربین ۵۰ میلی‌متری عکاسی شده است. در این عکس هم دُم گازی آبی‌رنگش دیده می‌شود و هم دم غباری صورتی-سفیدش به اضافه‌ی گیسو یا سر درخشان آن. این همان حالتی است که در بهار ۱۳۷۶/۱۹۹۷ با چشم برهنه و دوربین‌های دوچشمی دیده می‌شد. دُم‌های دنباله‌دارها همیشه در جهت مخالف حضور خورشید کشیده می‌شود (به سبب فشار تابش خورشید). بنابراین، وقتی دنباله‌دارها به سوی درون منظومه‌ی شمسی می‌آیند اول سرشان و بعد دُم‌شان می‌آید اما وقتی به دور خورشید بگردند و از خورشید دور شوند، دُم‌شان جلوتر از سرشان می‌رود.

## دنباله‌دارها

حوزه‌ی دیگر در نجوم رصدی، که منجمان آماتور در گذشته کارهای قابل توجهی در آن انجام داده‌اند، جست‌وجو و ردیابی دنباله‌دارها<sup>۱</sup> با استفاده از همه‌ی ابزارهای رصدی، از چشم برهنه و دوربین‌های دوچشمی تا تلسکوپ‌های بزرگ آماتوری است. آنچه اینجا بیش از هر چیزی وسوسه‌کننده است این که دنباله‌داری را کشف کنید تا اسم‌تان روی آن ثبت شود و به شهرتی در دنیای نجوم برسید! برخی از رصدگران مشهور مانند لِسلی پلِتیهِ، دیوید لُوی<sup>۲</sup>، و ویلیام بُردفورِد<sup>۳</sup> تا به حال چندین دوجین دنباله‌دار کشف کرده‌اند، درحالی که بعضی‌ها فقط یکی کشف کرده‌اند که شاید همان یکی

۱- comet

۳- William Bradford

۲- David Levy

آنقدر شگفت‌انگیز بوده که نام کاشف برای همیشه در تاریخ نجوم ماندگار شده است. چنین کشف‌هایی عموماً حاصل بررسی و رصد هدفمند و روشمند آسمان با دوربین دوچشمی یا تلسکوپ‌های میدان دید باز است. البته گاهی نیز کشف کاملاً تصادفی دنباله‌دارها رخ می‌دهد. هرچند، امروز، تلسکوپ‌های پیشرفته‌ی حرفه‌ای میدان دید باز مخصوص جست‌وجو، که به «چشمان» سی‌سی‌دی مجهزند، (که برای جست‌وجوی آسمان به دنبال سیارک‌های نزدیک زمین طراحی شده‌اند -مطلب بعدی را ببینید) بیشتر این کشف‌ها را در کنار اهداف اصلی پروژه‌شان انجام می‌دهند. حتی در این صورت نیز، باور بر این است که بسیاری از دنباله‌دارها هنگام ورود به مناطق درونی منظومه‌ی شمسی گم می‌شوند و به این ترتیب فرصتی برای رصدگران آماتور هست تا آن‌ها را کشف کنند. اگر فکر می‌کنید دنباله‌داری کشف کرده‌اید، این کارها را انجام دهید:

نخست، با استفاده از یک نقشه‌ی آسمان پُر جزئیات (فصل ۱۱ را ببینید)، مکان دقیق جسم را به دنبال اجرام اعماق آسمان، که شبیه دنباله‌دارند، بررسی کنید. دوم، با استفاده از اطلاعات منابع معتبر اخترشناسی انگلیسی و فارسی در مجلات یا اینترنت اطمینان حاصل کنید که کشف شما دنباله‌داری تازه کشف‌شده یا دنباله‌داری بازگشته نباشد. سوم، دست‌کم ۱۵ تا ۳۰ دقیقه صبر کنید تا مطمئن شوید که دنباله‌دار واقعاً حرکت می‌کند - کاری که دنباله‌دارها باید انجام دهند! اگر جسم مشکوک شما این آزمون‌ها را طی کرد مکان دقیق آن روی نقشه، جهت حرکتش، و روشنایی ظاهری آن (ستاره‌های اطرافش را، که روشنایی مشخصی دارند، از فکوس خارج کنید تا ظاهری شبیه دنباله‌دار پیدا کنند و سپس مقایسه کنید) را مشخص کنید. سپس به سرعت کشف خود را به مرکز تلگرام‌های نجومی انجمن بین‌المللی نجوم در مرکز اخترفیزیک هاروارد-اسمیتسونی به این نشانی پستی گزارش کنید:

International Astronomical Union  
Central Bureau for Astronomical Telegrams  
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics  
Garden Street, Cambridge, Massachusetts 02138, USA 60

البته بیشتر کشف‌های دنباله‌دارها یا دیگر اجرام یا رویدادهای گذرا را امروزه با ارسال ای‌میل به نشانی الکترونیکی [cbat@cfa.harvard.edu](mailto:cbat@cfa.harvard.edu) اعلام می‌کنند و نه تلگرام! (درضمن می‌توانید برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی انجمن بین‌المللی نجوم به وبسایت این انجمن در نشانی [www.iau.org](http://www.iau.org) سر بزنید). یکی از کتاب‌های خوب مقدماتی برای شکارچیان آینده‌ی دنباله‌دار و نیز متنی مفید درباره‌ی همه‌ی جنبه‌های دنباله‌دارها (از جمله عکاسی، نورسنجی، طیف‌سنجی، و حتی محاسبات مداری آن‌ها با استفاده از کامپیوتر) کتاب *رصد دنباله‌دارها*<sup>۱</sup> نوشته‌ی جِردالد نورت<sup>۲</sup> و نیک جیمز<sup>۳</sup> (انتشارات Springer، ۲۰۰۳) است.

۱- *Observing Comets*

۳- Nick James

۲- Gerald North

## سیارک‌ها

تخمین زده می‌شود که بیش از یک میلیون خرده‌سیاره یا سیارک<sup>۱</sup> به قطر بیش از ۱/۵ کیلومتر بین مدار مریخ و مشتری به دور خورشید در گردش‌اند. سرس<sup>۲</sup> (که از سال ۲۰۰۶ در رده‌ی سیارات کوتوله قرار گرفت)، پالاس<sup>۳</sup>، جونو<sup>۴</sup>، و وستا<sup>۵</sup> نخستین چهار سیارکی بودند که کشف شدند (که به کمک تلسکوپ انجام شد). از این میان فقط وستا به روشنایی کافی (قدر ۵/۵) می‌رسد تا با چشم برهنه دیده شود. اما صدها سیارک را می‌توان با دوربین دوچشمی و هزاران را با تلسکوپ‌های آماتوری دید. دنبال کردن حرکت کند آن‌ها در زمینه‌ی آسمان پُرستاره همان جذابیتی است که رصدگر آماتور را به دنبال آن‌ها می‌کشاند. هرچند، بیشتر آن‌ها گرد نیستند و روشنایی آن‌ها حین چرخش به دور خودشان تغییر می‌کند، بنابراین می‌توان با انجام تخمین‌های مداوم از قدرشان (یا اندازه‌گیری‌های الکترونیکی) به دوره‌ی تناوب حرکت چرخشی آن‌ها پی برد. و همان‌طور که پیش‌تر در بخش اختفا پشت ماه گفتم با ثبت دقیق زمان مخفی شدن سیارک پشت لبه‌ی ماه و دوباره ظاهر شدنش می‌توان تخمینی نیز از شکل آن به دست آورد. حتی برخی از آماتورها به طرح جست‌وجوی سیارک‌های نزدیک زمین<sup>۶</sup> خطرناک، که سیاره‌شناسان حرفه‌ای به راه انداخته‌اند، پیوسته‌اند. هزاران عدد از این سیارک‌ها شناسایی شده‌اند که در مسیرشان از مدار زمین عبور می‌کنند. از این میان چندین عدد نیز با فواصل کمی از بین ماه و زمین گذشته‌اند! مرکز گزارش رصدها یا کشف سیارک‌ها نیز مرکز خرده‌سیاره‌های<sup>۷</sup> انجمن بین‌المللی نجوم در مرکز اخترفیزیک هاروارد-اسمیتسونی است.

## شهاب‌ها

شاید شهاب‌ها<sup>۸</sup> دسته‌ای از اجرام به نظر نرسند که باید با تلسکوپ یا دوربین دوچشمی آن‌ها را دید اما درواقع گاهی اوقات به‌صورت نوری ناگهانی در میدان دید این ابزارها دیده می‌شوند و موجب بروز هیجان و تعجب بسیار (مخصوصاً پرنورترها!) در رصدگران می‌شوند. به‌طور معمول، بررسی شهاب‌ها با چشم برهنه بر شمارش تعداد شهاب‌ها در ساعت متمرکز است و به همین ترتیب شامل آن‌هایی نیز می‌شود که از درون ابزارهای اپتیکی دیده می‌شوند. ثبت تعداد آن‌ها در محدوده‌ی زمانی خاص معمولاً برنامه‌ای عادی است که می‌توان در حین انجام دیگر رصدها نیز آن را انجام داد. اما

۱- asteroid

۲- Ceres

۳- Pallas

۴- Juno

۵- Vesta

۶- Near Earth Asteroids

(NEAs)

۷- Minor Planets Center

۸- meteors



حین بارش‌های بزرگ شهاب، مانند برساوشی و جوزایی، ممکن است میدان دید چشمی پُر شود از خطوط درخشان کم‌فروغ - به‌ویژه در تلسکوپ‌هایی با گشودگی دهانه‌ی بالا و میدان دید باز، مانند بازتابی‌های دابسونی. بیشتر این شهاب‌ها در مرز دیده شدن یا نشدن قرار می‌گیرند اما گاهی هم ممکن است شهابی پُر نور از میدان دید چشمی تلسکوپ عبور کند. از متعجب و شگفت‌زده شدن حرف می‌زنم! دو سازمان اصلی برای گردآوری گزارش رصد شهاب‌ها از آماتورها وجود دارند. یکی انجمن شهاب آمریکا<sup>۱</sup> به نشانی اینترنتی [www.amsmeteors.org](http://www.amsmeteors.org) و دیگری سازمان جهانی شهاب<sup>۲</sup> به نشانی اینترنتی [www.imo.net](http://www.imo.net) است.

پیش از ادامه‌ی مطلب همین‌جا باید ذکر کنم که یکی از منابع اصلی و استاندارد برای همه‌ی آنچه گفتیم کتاب نجوم رصدی برای آماتورها<sup>۳</sup> نوشته‌ی ج.ب. سیدجویک<sup>۴</sup> است. این کتاب به همراه مجلد همراهش، راهنمای منجم آماتور<sup>۵</sup>، راهنمایانی معتبر و فراگیر برای رصد اجرام منظومه‌ی شمسی (و ستاره‌ها) به‌ویژه برای رصدگران جدی‌اند که، باوجود قدیمی شدن، همچنان بسیار ارزشمند باقی مانده‌اند. هر دو این کتاب‌ها را انتشارات Dover در سال ۱۹۸۰ مجدداً منتشر کرده است. همچنین کتاب‌های سر پاتریک مور<sup>۶</sup> با عنوان‌های راهنمای ماه<sup>۷</sup> و راهنمای سیارات<sup>۸</sup> از اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ میلادی، باوجودی که از آن زمان بارها و بارها با عناوین مختلف ویرایش جدید و تجدید چاپ شده‌اند، همچنان دیدی فریبنده و غریب درباره‌ی این موضوعات دارند. خواندن این کتاب‌ها - که در زمانی نوشته شدند که ماه و سیارات هنوز مکان‌هایی اسرارآمیز بودند تا آماتورها آن‌ها را با «سفینه‌ی فضایی» خود، یعنی تلسکوپ‌شان، بررسی کنند - سرگرمی جالبی برای شب‌های ابری است! البته اگر بتوانید نسخه‌ای از آن‌ها را پیدا کنید.

## ماهواره‌ها

همان‌طور که شهاب‌ها اهدافی برای رصد تلسکوپی به نظر نمی‌رسیدند، ماهواره‌ها (یا قمرهای مصنوعی<sup>۹</sup>) نیز همین‌طورند. از میدان دید وسیع و قابلیت نشانه‌گیری سریع با دوربین‌های دوچشمی مدت‌ها برای دنبال کردن ماهواره‌ها در آسمان استفاده می‌شده است. تغییر گاه‌به‌گاه روشنایی آن‌ها به‌سبب چرخش‌شان (به‌ویژه در ماهواره‌های ایریدیوم<sup>۱۰</sup> که صفحه‌های خورشیدی آن‌ها نور خورشید را به‌شدت بازتاب می‌کند و موجب می‌شود چند ثانیه روشن‌تر از سیاره‌ی زهره در آسمان بدرخشند)

۱- American Meteor Society  
(AMS)

۲- International Meteor  
Organization (IMO)

۳- *Observational Astronomy*

*for Amateurs*

۴- J.B. Sidgwick

۵- *Amateur Astronomer's  
Handbook*

۶- Sir Patrick Moore

۷- *Guide to the Moon*

۸- *Guide to the Planets*

۹- artificial satellites

۱۰- Iridium Satellite

و ناپدید شدن آهسته‌ی آن‌ها در مخروط سایه‌ی زمین چیزهایی‌اند که می‌توانید با دوربین دوچشمی یا چشم برهنه تماشا کنید. اما تعداد این اجرام آن‌قدر زیاد است که به‌ندرت پیش می‌آید در شبی رصدی هیچ‌یک از آن‌ها از میدان دید تلسکوپ شما نگذرند؛ فرقی هم نمی‌کند که تلسکوپ شما به کدام سمت نشانه رفته باشد. بی‌شک جالب‌توجه‌ترین آن‌ها ایستگاه بین‌المللی فضایی<sup>۱</sup> است، به‌ویژه زمانی که شاتل فضایی نیز به آن متصل است. اگر آن‌ها اتفاقاً از وسط میدان دید شما بگذرند، حتی شکل‌های ویژه‌ی آن‌ها را نیز می‌توانید تشخیص دهید؛ باوجودی که گذرشان از میدان دید فقط حدود یک ثانیه طول می‌کشد. گذر این دو فضاپیما به‌صورت سایه‌وار حتی از مقابل قرص ماه و خورشید نیز رصد شده است! و همچنین برخی آماتورها با کمک تلسکوپ سوار بر موتورهای خاص، که برای ردیابی حرکت سریع این فضاپیماها طراحی شده‌اند، از آن‌ها -با هم و جدا از هم- عکاسی نیز کرده‌اند. من همواره در شگفتم از این‌که هر چند وقت یک‌بار ممکن است ماهواره‌ای دقیقاً از روی اجرام مهم اعماق آسمان -مانند سحابی حلقه، خوشه‌ی جاثی، یا کهکشان آندرومدا- عبور کند. درحالی‌که چنین گذرهایی بی‌شک تداخلی ناخوشایند در کار عکاسان نجومی محسوب می‌شوند، برای رصدگران صحنه‌هایی می‌خکوب‌کننده‌اند. ناسا چندین وب‌سایت اینترنتی را برای پیش‌بینی عبور ماهواره‌ها از آسمان معرفی کرده که منابع خوبی برای علاقه‌مندان به رصد ماهواره‌ها هستند. احتمالاً بهترین آن‌ها سایت «J-Pass»<sup>۲</sup> به نشانی <http://science.nasa.gov/Realtime/JPass/PassGenerator> است. به‌سادگی نشانی پست الکترونیک خودتان را در مکان مشخص‌شده در نخستین صفحه‌ی این سایت وارد کنید و مشترک خبرنامه‌ی آن شوید. این سایت زمان و جهت حرکت دست‌کم ۱۰ ماهواره، از جمله ایستگاه فضایی و شاتل فضایی، را در موقعیت جغرافیایی شما ارایه می‌کند. همچنین سایت [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com) نیز علاوه بر ارایه‌ی زمان عبور انواع ماهواره‌ها از مکان شما اطلاعات رصدی مفیدی نیز دارد.

۱- International Space Station (ISS)



## رصد مجموعه‌های ستاره‌ای

### ستاره‌های تکیِ قدر یک و رنگارنگ

بنا به تعریف، هر جرمی که فراتر از منظومه‌ی شمسی قرار داشته باشد جرم ژرفای *آسمان*<sup>۱</sup> نامیده می‌شود. اما ما در این کتاب این طبقه‌بندی را برای اجرام دور دست زیبایی مانند سحابی‌ها، خوشه‌ها، و کهکشان‌ها نگه می‌داریم که در فصل یازده در غالب دسته‌ای جداگانه بررسی شده‌اند. داده‌های کمک‌کننده برای رصد بسیاری از این اجرام را همچنین می‌توانید در پیوست ۳ کتاب و نیز در نقشه‌های متعدد و منابعی پیدا کنید که در متن معرفی شده‌اند.

پیش از این که جلوتر برویم دوست دارم به قطعه‌ای از چارلز ادوارد بارنز از کتاب ۱۰۰۱ شگفتی *آسمانی*<sup>۲</sup> اشاره کنم. حکم شاعرانه‌ی آن برای همه‌ی انواع اجرامی که هر رصدگر می‌بیند اما به‌ویژه برای اجرامی صدق می‌کند که در این فصل و فصل بعدی به آن‌ها اشاره می‌شود:

بگذار من همه‌ی آنچه را از آن‌ها دانسته است فراگیرم،  
به آن‌ها عشق بورزم برای لذت عشق‌ورزی،  
زیرا، همچون مسافری در کشورهای دور دست  
که فقط آنچه را با خود برده بازمی‌گرداند،  
قلمرو علم غیب من نیز باید  
ژرفای فایده و فریبندگی آن‌ها برای من را بسنجد.

با خورشیدهای تکی آغاز می‌کنیم و به‌ویژه با درخشان‌ترین ستاره‌ها، آن‌هایی که از قدر ۱/۵+ یا روشن‌ترند. آن‌ها اعضای «کلوپ قدر اولی‌ها» محسوب می‌شوند که این گروه منحصر به فرد دارای ۲۳ عضو در سرتاسر آسمان است. این اعضا از شباهنگ (آلفا-کلب‌اکبر) درخشان از قدر ۱/۴- (درخشان‌ترین ستاره‌ی کل آسمان شب) آغاز و به ستاره‌ی عذاری (اِپسیلون-کلب‌اکبر)<sup>۱</sup> از قدر ۱/۵+ ختم می‌شود. از میان این ستاره‌ها ۱۶ عدد از عرض‌های میانه‌ی شمالی دیده می‌شوند؛ یا ۱۷ عدد اگر سهیل (آلفا-شاه‌تخته)<sup>۲</sup> را هم حساب کنیم، که دومین ستاره‌ی پرنور آسمان شب از قدر ۰/۶- است و از عرض‌های جنوبی ایران دیده می‌شود.

جدا از برخی از این ستاره‌های قدر اولی که اتفاقاً ستاره‌های دوتایی یا چندتایی جذاب‌اند، فریبندگی اصلی آن‌ها در رنگ‌های جذاب و آسمانی آن‌هاست. این ستاره‌ها آن‌قدر درخشان‌ند که رنگ‌های‌شان حتی با چشم برهنه قابل تشخیص است، درحالی‌که با دوربین دوچشمی و تلسکوپ آن‌قدر نور وارد شبکیه‌ی چشم می‌شود که حتی رصدگران مبتدی نیز می‌توانند بی‌خطا رنگ آن‌ها را تشخیص دهند. اگر تصور می‌کنید که همه‌ی ستاره‌ها سفیدند، فقط رنگ سرخ یَدالجوزا<sup>۳</sup> (آلفا-جبار) را با رنگ آبی رَجَل‌الجبار<sup>۴</sup> (بتا-جبار) در صورت فلکی معروف زمستانی، جبار یا شکارچی<sup>۵</sup>، مقایسه کنید؛ یا رنگ آبی-سفید نَسَرِ واقع (آلفا-شلیاق)<sup>۶</sup> را با رنگ طلایی سِماک‌رامح (آلفا-عوا)<sup>۷</sup> در آسمان تابستان! به قول ج.د. استیل<sup>۸</sup> که حدود یک قرن پیش گفته بود: «هر رنگی که در گل‌های تابستانی شکوفا می‌شود، شب‌ها در ستاره‌ها به چشم می‌آید».

برای من یکی از بزرگ‌ترین لذت‌های رصدی این است که پس از غروب خورشید با دوربینی در دست بیرون بروم و به ظهور این جواهرات رنگین در حین تاریک شدن آسمان خیره شوم. شاید همین لذت در سَر هنری وادزورث لانگ‌فلو<sup>۹</sup> (شاعری که رصدگر هم بود) بوده که چنین سروده است:

بی‌صدا، یکی‌یکی، در  
چمنزار بی‌نهایت آسمان،  
ستاره‌های دوست‌داشتنی شکوفه می‌کنند،  
این گل‌های فراموش‌نکنِ فرشته‌ها.

وجه دیگر رصد درخشان‌ترین ستاره‌ها، که مستقیم با رنگ‌های آن‌ها نیز مرتبط است، رده‌ی طیفی آن‌هاست (هر دو این ویژگی‌ها نشان‌دهنده‌ی دمای جو ستاره‌اند). با استفاده از یک طیف‌سنج چشمی (فصل ۷ را ببینید) بر تلسکوپ<sup>۴</sup> اینچی یا بزرگ‌تر می‌توانید خطوط و نوارهای تیره‌ی جذبی را

۱- Adhara ( $\epsilon$  Canis Majoris)

۲- Canopus ( $\alpha$  Carinae)

۳- Betelgeuse

۴- Rigel

۵- Orion, the Hunter

۶- Vega ( $\alpha$  Lyrae)

۷- Arcturus ( $\alpha$  Bootes)

۸- J.D. Steele

۹- Henry Wadsworth Longfellow



(یا خطوط نشری را اگر وجود داشته باشند) به روشنی ببینید و رده‌ی طیفی ستاره را حدس بزنید. رده‌های مشهور طیفی از رده‌های داغ O، B، A به رده‌های گرم F و G می‌روند و تا رده‌های سرد N، R، M، K و S ادامه می‌یابند. (و البته مسلماً این دماها نسبی‌اند!) هرچه ستاره سردتر باشد خطوط جذبی بیشتری در طیف آن دیده می‌شود و در سردترین ستاره‌ها کل این نوارها دیده می‌شوند. (خوانندگانی که علاقه‌مندند بیشتر درباره‌ی طیف‌سنجی‌ها و طیف‌سنجی ستاره‌ای بدانند باید از کتاب عالی مارک اینگلیس با عنوان *راهنمای رصدگران به تحول ستاره‌ها*، انتشارات Springer-Verlag، ۲۰۰۳ کمک بگیرند.)

معلوم شده است که برخی از رنگی‌ترین ستاره‌های آسمان در زمهری درخشان‌ترین ستاره‌ها نیستند و به سبب فاصله‌شان در مرز دیده شدن با چشم برهنه قرار می‌گیرند. در میان مشهورترین آن‌ها می‌توان به این‌ها اشاره کرد: ستاره‌ی سرخ هرشل (مو-قیفاووس)<sup>۱</sup>، ستاره‌ی Y-تازی‌ها<sup>۲</sup> که در لاتین قدیم و انگلیسی به آن La Superba به معنی باشکوه گفته می‌شود، و ستاره‌ی ماده‌گوزن سرخ (R-خرگوش)<sup>۳</sup>. این‌ها همگی ستاره‌های ابرغول سرخ پهنه‌اند که در طی زمان روشنایی‌شان کمی تغییر می‌کند؛ مانند قلب‌های عظیم و تپنده‌ی آسمانی! (بخش ستاره‌های متغیر را جلوتر در همین فصل ببینید.) درحالی‌که برخی از این جواهرات سرخ‌رنگ را می‌توان با دوربین‌های دوچشمی دید، تلسکوپ‌های ۳ تا ۶ اینچی تعداد بسیار بیشتری از آن‌ها را نشان می‌دهد که در سرتاسر آسمان پراکنده شده‌اند. یکی از سرخ‌ترین ستاره‌ها ستاره‌ی T-شلیاق است که در نزدیکی ستاره‌ی نسر واقع در پیش‌زمینه‌ی غنی راه شیری تابستانی قرار دارد. در تلسکوپ‌های ۸ اینچی و بزرگ‌تر این ستاره منظره‌ای واقعاً خیره‌کننده دارد.

## ستاره‌های دوگانه و چندگانه

این بخش را با تعریفی از ستاره‌های دوگانه و چندگانه آغاز می‌کنیم: دو یا چند ستاره که آن‌ها را با چشم برهنه، دوربین دوچشمی، و/یا به‌ویژه تلسکوپ در آسمان در نزدیکی یکدیگر ببینیم. این اجرام، به استثنای ستاره‌هایی که فقط تصادفاً در یک امتداد دیده می‌شوند و درواقع در فضا با هم خیلی فاصله دارند (دوگانه‌های اپتیکی)<sup>۴</sup>، از نظر فیزیکی (گرانشی) به‌صورت منظومه‌ای به یکدیگر مرتبط‌اند. در برخی موارد، آن‌ها به اندازه‌ی کافی از یکدیگر فاصله دارند که فقط همچون جفت‌هایی با حرکت ویژه‌ی مشترک<sup>۵</sup> در فضا حرکت کنند درحالی‌که در بقیه، ستاره‌ها به دور مرکز گرانشی مشترکی می‌گردند و منظومه‌ی دوتایی حقیقی<sup>۶</sup> را شکل می‌دهند.

۱- Herschel's Garnet Star ( $\mu$  Cephei)

۲- Y Canum Venaticorum

۳- Hind's Crimson Star (R Leporis)

۴- optical doubles

۵- common-proper-motion pairs

۶- true binary



انواع بسیاری از دوتایی‌ها وجود دارند. طبقه‌بندی درست آن‌ها به این بستگی دارد که مؤلفه‌های آن چقدر به هم نزدیک‌اند و برای دیدن آن‌ها به چه ابزاری نیاز است. منجمان آماتور به دوتایی‌های بصری<sup>۱</sup> بسیار علاقه‌مندند؛ آن‌هایی که با تلسکوپ‌های آماتوری از هم تفکیک می‌شوند. آن‌ها دوره‌ی تناوب مداری از حدود چند دهه تا چندین قرن دارند و جدایی زاویه‌ای آن‌ها از یکدیگر از حدود نیم ثانیه‌ی قوس تا چندین دقیقه‌ی قوس است. (از دیگر انواع دوتایی‌ها، دوتایی‌های طیف‌سنجی و تداخل‌سنجی<sup>۲</sup> معمولاً دوره‌ی تناوب مداری بسیار کوتاه‌تری - گاهی فقط چند ساعت- دارند.)

ستاره‌های دوتایی جواهرات رنگین و جفت‌های رقصان آسمان شب‌اند. فراوانی حقیقتاً اعجاب‌آور آن‌ها و تنوع به‌ظاهر بی‌نهایت رنگ، درخشش، جدایی زاویه‌ای، و آرایش فضایی مؤلفه‌های آن‌ها موجب تبدیل‌شان به اجرامی شگفت‌آور شده است؛ هم برای بررسی‌های هدفمند علمی و هم برای رصدهای تفریحی با تلسکوپ‌های آماتوری. اخترشناسان تخمین می‌زنند که دست‌کم ۸۰ درصد جمعیت ستاره‌ای به‌صورت جفت یا گروه‌های چندتایی‌اند. آن‌ها راه، که در میان ستاره‌های چشم‌برهنه هم فراوان‌اند، با کوچک‌ترین ابزارها در تمام شب‌ها هم می‌توان رصد کرد؛ حتی شب‌های مهتابی و از میان غبار و آلودگی نوری! درحقیقت هزاران عدد از آن‌ها را فقط با تلسکوپ‌های ۲ تا ۳ اینچی می‌توان دید.

پس از ماه و سیارات، ستاره‌های دوتایی عموماً هدف بعدی رصدگران مبتدی پیش از رفتن به سوی قلمرو کم‌فروغ‌تر خوشه‌های ستاره‌ای، سحابی‌ها، و کهکشان‌ها هستند. و البته همین‌طور هم باید باشد، نه‌تنها به این سبب که درخشان‌اند و به‌راحتی پیدا می‌شوند بلکه به این علت که آن‌ها واقعاً اجرامی هیجان‌انگیزند.

رنگ‌های مخملی این جفت‌ها از آن‌نمایی است که هرگز فراموش‌تان نمی‌شود. از آن جمله‌اند، جفت‌های زبرجدی و کبود منقار دجاجه (بتا-دجاجه)<sup>۳</sup>، نارنجی مخملی و آبی آسمانی عناق‌الأرض (گاما-آندرومدا)<sup>۴</sup> و سرخ و سبز رأس‌الجائی (آلفا-جائی)<sup>۵</sup>. جفت‌های درخشان آبی و سفید مانند کاستور (آلفا-دوپیکر)<sup>۶</sup>، عناق (کسی-دباکبر)<sup>۷</sup>، و رجل‌الجبار (بتا-جبار) همچون الماس‌های آسمانی درخشان در زمینه‌ی مخمل سیاه فضا به نظر می‌رسند. منظومه‌های چندتایی شگفت‌آوری همچون دوگانه‌ی دوگانه (ایسیلون-شلیاق)، دوزنقه (تتا-جبار)، و ستاره‌ی شگفت‌انگیز هرشل (بتا-تک‌شاخ)<sup>۸</sup> نیز در آسمان هستند.

۱- visual binaries

۲- spectroscopic and interferometric binaries

۳- Albiero ( $\beta$  Cygni)

۴- Almach ( $\gamma$  Andromeda)

۵- Rasalgethi ( $\alpha$  Herculis)

۶- Castor ( $\alpha$  Geminorum)

۷- Mizar ( $\xi$  Ursae Majoris)

۸- Double-Double ( $\epsilon$  Lyrae), Trapezium ( $\theta$  Orionis), Herschel's Wonder Star ( $\beta$  Monocerotis)



شکل ۱-۱۰

تصویر رنگی جذابی که با تلسکوپ ۱۱ اینچی کاتادیوپتริก اشمیت-کاسگرین از ستاره‌ی منقار دجاجة (پتا-دجاجة) گرفته شده است. این ستاره زیباترین ستاره‌ی دوتایی آسمان شناخته می‌شود و محبوب‌ترین دوتایی آسمان نزد رصدگران است. رنگ‌های بدیع نارنجی و آبی مؤلفه‌های آن را حتی در تلسکوپی ۲ اینچی با بزرگنمایی ۲۵ برابر هم می‌توان تشخیص داد و در تلسکوپ‌های بزرگ هم (که به‌سبب نور زیاد رنگ‌ها در آن‌ها اشباع و ستاره‌ها زیادی از هم جدا می‌شوند) بسیار دیدنی‌اند. اگر دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ خود را ثابت نگه دارید، زیبایی این جفت زیبا دوچندان می‌شود. این واقعاً یکی از زیباترین نماهای عالم است. عکس از یوهانس شدلر

همانند دیگر حوزه‌های نجوم آماتوری، بخشی از لذت رصد ستاره‌های دوتایی در سهیم شدن رصد این اجرام دوست‌داشتنی با دیگران است. زیبایی وصف‌ناپذیر آن‌ها، وقتی در چشمی تلسکوپ دیده شوند، از شدت هیجان و لذت نفس رصدگران تازه‌کار را بند می‌آورد. تماشای مناظری که در بالا وصفش شد، معمولاً رصدگر را به بررسی عمیق‌تر ستاره‌های دوتایی ترغیب می‌کند. برخی افراد، که مشتاق‌اند تا جای ممکن چنین مناظری را ببینند، از فهرست‌هایی مانند پیوست ۳ این کتاب یا دیگر منابع استفاده می‌کنند و برای خودشان توری از نماهای ستاره‌های



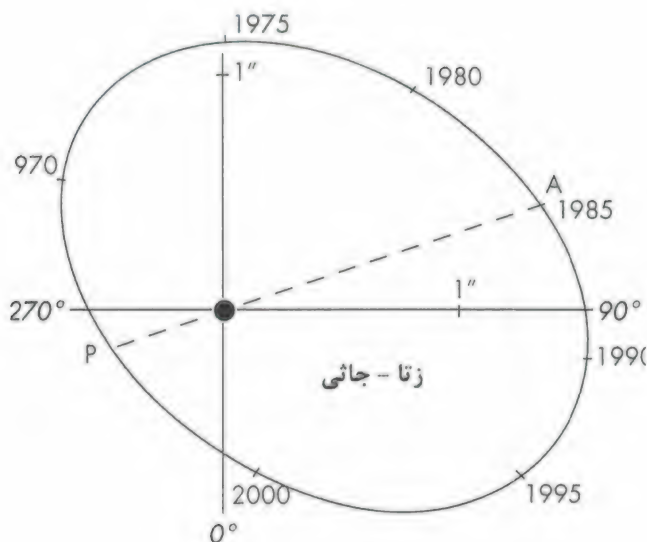
شکل ۱۰-۲

نمای سیاه و سفید تلسکوپ شکستی ۴ اینچی از ستاره‌ی دوتایی رنگارنگ یوتا-خرچنگ که درست بالای خوشه‌ی کندوی عسل قرار دارد. اندازه‌ی تصویر ستاره‌ها برای وضوح بیشتر بزرگنمایی شده است. در شب‌هایی با جو پایدار مؤلفه‌های این دوتایی همچون ستاره‌های نقطه‌ای تابان به نظر می‌رسند. این دوتایی با رنگ‌های نارنجی و آبی دوست‌داشتنی خود یادآور ستاره‌ی دوتایی مشهور منقارالدجاجة (پتا-دجاجة) است و من آن را «منقارالدجاجة‌ی بهار» نام داده‌ام. در این نما از تلسکوپ‌ی با تصویر برگردان، جنوب رو به بالاست.

دوتایی برگزار می‌کنند. برخی، که مایل به ثبت رصد خودند، ممکن است آنچه را در چشمی می‌بینند روی کاغذ پیاده کنند یا به کمک دوربین‌های دیجیتال، سی‌سی‌دی، یا دوربین‌های ویدئویی سعی در عکاسی از آن‌ها کنند.

اگر زمان صرف کنید و حوصله به خرج دهید، حرکت مداری جفت‌های درخشانی مانند زاویه‌العوّا (گاما-سنبله)<sup>۱</sup>، عناق، و کاستور طی دوره‌ای چندساله مشخص می‌شود. دیدن نمای دو ستاره‌ای که در اعماق دوردست فضا به‌آهستگی به دور یکدیگر در رقص‌اند هیجانی دارد که با کلمات وصف نمی‌شود! این نماها ممکن است رصدگر را بر آن دارد که به اندازه‌گیری منظم حرکات این ستاره‌ها با

۱- Porrima (γ Virginis)



شکل ۳-۱۰

مدار ظاهری یک دوتایی بصری سریع حرکت نمونه. این ستاره‌ی نمونه زتا-جائی است؛ یکی از گوشه‌های صورت‌واره‌ی مربع در جائی. از آنجایی که دوره‌ی تناوب این دوتایی فقط ۳۴ سال است (و به یاد کاشفش من آن را «دوتایی سریع هرشل» نام داده‌ام) از سال ۱۷۸۲، که سر ویلیام هرشل این دوتایی را کشف کرد، تا به حال شش بار به دور هم گشته‌اند. حرف «A» نشان‌دهنده‌ی بیشترین فاصله‌ی دو ستاره از هم در مدارشان و «P» نشان‌دهنده‌ی کمترین فاصله است. این دوتایی نزدیک‌به‌هم و پویا را می‌توانید با تلسکوپ ۴ اینچی خوبی، در زمانی که بیشترین فاصله را از هم دارند که آخرین بار سال ۱۹۹۱ بود، از هم تفکیک کنید. نزدیک‌ترین فاصله‌ی آن‌ها از هم در سال ۲۰۰۱ بود و اکنون در حال دور شدن‌اند.

استفاده از ریزسنج یا دیگر ابزارها روی آورد. این پروژه نه‌تنها به‌خودی خود جذاب است، بلکه اتفاقاً برای اخترشناسان حرفه‌ای نیز، که به بررسی دینامیک مداری ستاره‌های دوتایی مشغول‌اند، ارزش بالایی دارد. منظومه‌های دوتایی و چندتایی درواقع تنها وسیله‌ی دانشمندان برای اندازه‌گیری جرم ستاره‌ها هستند و جرم ستاره از آن دست اطلاعاتی است که دانستن آن در بررسی تولد، تحول، و مرگ منظومه‌های ستاره‌ای بسیار ضروری است. مرکز گزارش رصدها و اندازه‌گیری‌های مرتبط با ستاره‌های دوتایی و چندتایی رصدخانه‌ی نیروی دریایی ایالات متحده<sup>۱</sup> در شهر واشنگتن دی‌سی است. این مرکز منتشرکننده‌ی فهرست ستاره‌های دوتایی واشنگتن<sup>۲</sup> است که شامل اطلاعات حدود ۱۰۰ هزار جفت ستاره است و مدام به‌روز می‌شود. می‌توانید به‌صورت آن‌لاین روی وب‌سایت این رصدخانه به این فهرست، به اضافه‌ی انبوهی از اطلاعات درباره‌ی ستاره‌های دوتایی به‌طور کلی،

۱- United States Naval Observatory

۲- Washington Double Star Catalog (WDS)



شکل ۴-۱۰

طراحی نمای تلسکوپی با بزرگنمایی بالا با تلسکوپ شکستی ۱۳ اینچی از منظومه‌ی ستاره‌های چندتایی ذوزنقه (تتا-جبار) در قلب سحابی جبار. تلسکوپی ۲ اینچی به‌سرعت چهار ستاره‌ی درخشان‌تر منظومه را تفکیک می‌کند، اما برای دیدن دو ستاره‌ی کم‌نورتر دست‌کم به تلسکوپ ۴ اینچی نیاز دارید و برای واضح دیدن آن‌ها به تلسکوپی ۸ اینچی نیاز است. این شش ستاره، هسته‌ی خوشه‌ای ستاره‌ای‌اند که از دل سحابی شکل می‌گیرد. شمال بالاست چون روی تلسکوپ از چپ‌ی منشوری استفاده شده است.

دسترسی پیدا کنید (<http://ad.usno.navy.mil/wds>). همچنین انجمن وب در انگلستان نیز (که به نام ت.و. وب<sup>۱</sup> نویسنده‌ی کتاب مشهور اجرام آسمانی برای تلسکوپ‌های رایج<sup>۲</sup>، که نسخه‌های جدیدترش شامل ۳۰۰۰ ستاره‌ی دوتایی و چندتایی است، نام‌گذاری شده) بخش بسیار فعالی در زمینه‌ی ستاره‌های دوتایی دارد که به روی منجمان حرفه‌ای و آماتور باز است. در جلد یک از سری راهنمای رصدگران اعماق آسمان انجمن وب<sup>۳</sup> اطلاعات بسیار مفیدی درباره‌ی این اجرام پیدا می‌کنید. نشانی اینترنتی این انجمن چنین است: [www.webbsociety.freemove.co.uk](http://www.webbsociety.freemove.co.uk)

۱- T.W. Webb

۳- Webb Society Deep-Sky Observer's

۲- Celestial Objects for Common Telescopes Handbook



در میان چندین اطلس آسمان که امروز در دسترس رصدگران ستاره‌های دوتایی است (که در همه‌شان امروز از علامتی یکسان برای نشان دادن ستاره‌ی دوتایی استفاده می‌شود؛ خطی در وسط دایره‌ی ستاره نشان‌دهنده‌ی ماهیت دوتایی یا چندتایی آن است) دو تا از همه بهتر است. یکی اطلس معروف و کلاسیک، *اطلس ستاره‌های نورتون*<sup>۱</sup>، اثر آرتور نورتون<sup>۲</sup> است که نخستین بار در سال ۱۹۱۰ منتشر شد و حالا در چاپ بیستم (Pi Press، ۲۰۰۴) به دست یان ریدپت<sup>۳</sup> ویرایش شده است. این اطلس نقشه‌های بسیار خوبی دارد که همه‌ی آسمان را در همه‌ی طول سال در بر می‌گیرد و نیز شامل فهرستی از ستاره‌های دوتایی جذاب است. متأسفانه معرفی بارزش ستاره‌های دوتایی به‌دست کاشفان متعددی چون استرووز و هرشل و برنهام، که زمانی این جفت‌ها را روی نقشه شناسایی کردند، از چاپ ۱۸ به بعد حذف شده‌اند. به همین سبب، بهترین نسخه‌ها برای رصدگران ستاره‌های دوتایی نسخه‌های ۱۷ به قبل است البته اگر آن‌قدر خوش‌اقبال باشید که بتوانید نسخه‌ای از آن را در بازار دست‌دوم بیابید! اطلس دوم نسخه‌ی باشکوه و رنگی *اطلس آسمان ۲۰۰۰/۰*<sup>۴</sup> اثر ویل تیریون<sup>۵</sup> و راجر سینات<sup>۶</sup> (انتشارات Sky Publishing، که در مؤسسه‌ی آسمان شب به فارسی ترجمه و منتشر شده) است که بیش از ۲۷۰۰ جرم اعماق آسمان و بیش از ۸۱۰۰۰ ستاره را -که بیشترشان دوتایی و چندتایی است- تا قدر ۸/۵ به نقشه درآورده است. (این اطلس همچنین به‌صورت سیاه‌وسفید نیز موجود است.) مجلد همراه این اطلس، *فهرست آسمان ۲۰۰۰/۰* جلد ۲<sup>۷</sup> (Sky Publishing، ۱۹۸۵)، نیز شامل داده‌هایی درباره‌ی بیش از ۸۰۰۰ جفت درخشان‌تر است که در اطلس ذکر شده‌اند. یکی از بهترین اطلس‌های جدید از همین انتشارات (که آن هم در مؤسسه‌ی آسمان شب به فارسی ترجمه و منتشر شده) *اطلس فشرده‌ی آسمان شب*<sup>۸</sup> است.

اگر علاقه‌مندید که همه‌ی وجوه ستاره‌های دوتایی را بیشتر بررسی کنید، شاید لازم است دو کتاب خودم را معرفی کنم. یکی کتاب *ستاره‌های دوتایی و چندتایی و نحوه‌ی رصد آن‌ها* (Springer، ۲۰۰۵) که در آن ۵۰۰ جفت ستاره معرفی شده‌اند. دوم هم کتاب *درو آسمان: بیش از ۳۰۰ نمونه‌ی ممتاز آسمانی برای رصد تلسکوپی و بررسی*<sup>۹</sup> (Dover، ۲۰۰۲). تقریباً نیمی از اجرام بحث‌شده در این کتاب دوتایی‌ها و چندتایی‌های جذاب‌اند که برای رصد با تلسکوپ‌های ۲ تا ۱۴ اینچی مناسب‌اند. بسیاری از جفت‌های خارق‌العاده همچنین در پیوست ۳ همین کتاب هم آمده‌اند. برای آن‌ها که علاقه‌مند جدی سنجش ستاره‌های دوتایی‌اند (که بنابراین هم‌قطار حرفه‌ای‌ها در این

۱- Norton's Star Atlas

۲- Arthur Norton

۳- Ian Ridpath

۴- Sky Atlas 2000.0

۵- Wil Tirion

۶- Roger Sinnott

۷- Sky Catalogue 2000.0, Volume 2

۸- Pocket Sky Atlas

۹- Celestial Harvest: 300-Plus Showpieces of the Heavens for Telescope Viewing & Contemplation

حوزه می‌شوند) کتاب رصد و سنجش ستاره‌های دوتایی بصری<sup>۱</sup> (Springer, ۲۰۰۴) نوشته‌ی باب آرژایل<sup>۲</sup> از انجمن وب، همه‌ی آنچه را یک رصدگر نیاز دارد به‌طور مفصل بیان کرده است.

## ستاره‌های متغیر، نواخترها، و ابرنواخترها

ستاره‌های متغیر<sup>۳</sup> آن‌هایی‌اند که روشنایی‌شان طی زمان تغییر می‌کند؛ در دوره‌هایی از فقط چند دقیقه تا چندین سال. بیشتر این ستاره‌های بی‌استراحت غول‌ها یا ابرغول‌های سرخ‌اند که نه تنها از نظر روشنایی که از نظر اندازه‌ی فیزیکی هم تغییر می‌کنند. برخی، مانند یدالجوزا، ستاره‌هایی درخشان‌اند که با چشم برهنه به‌سادگی و زیبایی دیده می‌شوند درحالی‌که بقیه در حد رؤیت تلسکوپ‌های بزرگ قرار دارند. اخترشناسان، با محافظه‌کاری، چنین تخمین می‌زنند که دست‌کم ۱۰ درصد همه‌ی ستاره‌ها در طبیعت متغیرند.

از میان چندین دسته ستاره‌ی متغیر طبقه‌بندی‌شده، برخی از جذاب‌ترین آن‌ها برای رصدگران آماتور به شرح زیرند:

متغیرهای بلنددوره<sup>۴</sup> آن‌هایی‌اند که خروجی نورشان در دوره‌ای چند ماهه یا چند ساله در حد دست‌کم چند قدر تغییر می‌کند. نمونه‌ی این دسته ستاره‌ی غول سرخ میرا (اومیکرون-قیطس)<sup>۵</sup> است. این ستاره، که مردمان روزگار باستان که تغییرات روشنایی آن را می‌دیدند نامش را «ستاره‌ی شگفت‌انگیز» گذاشته بودند، در دوره‌ای حدوداً ۳۳۰ روزه از قدر ۲ و به قدر ۹ (و گاه حتی به قدر ۱۱) می‌رسد. عضو مشهور دیگر در این دسته ستاره‌ی پلئیه (R-آسَد) است که قدرش در دوره‌ای ۳۳۱ روزه از ۴ به ۱۰ می‌رسد. در زمان پرنوری تهرنگ قرمز به‌زیبایی در دوربینی دوچشمی واضح است و در زمان کم‌نوری نیز با تلسکوپ ۶ اینچی همچنان بسیار زیباست. (بسیاری از متغیرهای بلنددوره در چرخه‌ی تغییرات‌شان تهرنگ سرخ اشتباه‌ناپذیر و گاه حتی بسیار واضحی از خود نشان می‌دهند.) متغیرهای نیمه‌منظم<sup>۶</sup> تا حدودی شبیه ستاره‌های میراگونه‌اند اما گستره‌ی کوچک‌تری در روشنایی و دوره‌ی تناوب نامنظم دارند. بی‌شک درخشان‌ترین نمونه ستاره‌ی یدالجوزاست که پیش‌تر هم به آن اشاره کردیم (تنها ستاره‌ی متغیر-از هر نوع- در میان ستاره‌های قدر یک). قدر ظاهری این ستاره به‌آهستگی و به‌طور پیش‌بینی‌ناپذیر در دوره‌ای ۵/۷ ساله از ۰/۴ تا ۱/۳ تغییر می‌کند. نمونه‌ی دیگر ستاره‌ی بزرگ‌تر دوتایی زیبای رأس‌الجائی (آلفا-جاثی) است که قدرش در دوره‌ای نامشخص و تکرارشدنی بین ۳ و ۴ تغییر می‌کند.

۱- Observing and Measuring Visual Double Stars

۲- Bob Argyle

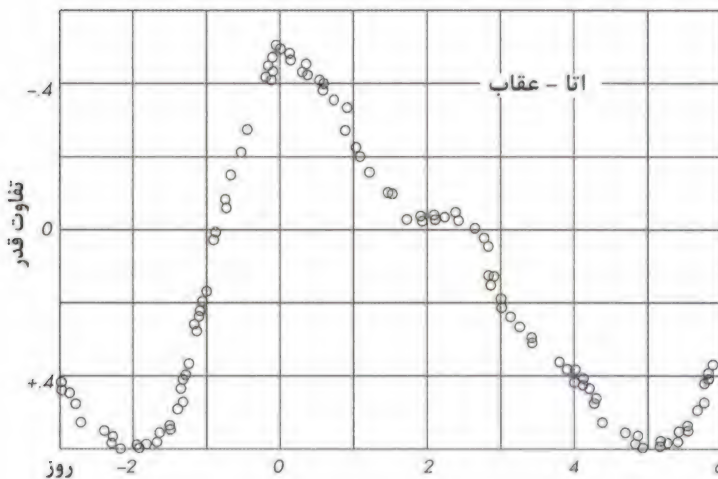
۳- variable stars

۴- long-period variables

۵- Mira (o Ceti)

۶- semi-regular variables

گروه دیگر، متغیرهای نامنظم<sup>۱</sup> هستند که گستره‌ی کوچکی در تغییر قدر و دوره‌ی تناوبی کاملاً نامنظم دارند. هیچ نمونه‌ای از این متغیرها برای چشم برهنه قابل دیدن نیستند. دسته‌ای که در اخترشناسی و کیهان‌شناسی بسیار مهم‌اند متغیرهای قیفاووسی<sup>۲</sup> هستند که به دنبال کشف نخستین نمونه‌ی آن‌ها، دلتا-قیفاووس<sup>۳</sup> (که در ضمن یک دوتایی جذاب است)، چنین نام‌گذاری شده‌اند. دلتا-قیفاووس دقیقاً در دوره‌ای ۵/۴ روزه از قدر ۳/۵ تا ۴/۴ تغییر می‌کند و تغییراتش با دوربین دوچشمی و حتی با چشم برهنه قابل تشخیص است. این ستاره‌ها را گاه متغیرهای منظم<sup>۴</sup> می‌نامند زیرا چرخه‌ی تغییر روشنایی آن‌ها بسیار دقیق و تکرارشونده است. مدت‌ها می‌دانستیم که هرچه دوره‌ی تناوب یک قیفاووسی بلندتر باشد، روشنایی حقیقی یا مطلق آن (استاندارد آن روشنایی مطلق خورشید است) بیشتر است. متغیرهای قیفاووسی را نه تنها می‌توان در جمعیت‌های کلی و خوشه‌های ستاره‌ای یافت بلکه می‌توان (فقط با تلسکوپ‌های بزرگ حرفه‌ای!) آن‌ها را در کهکشان‌های ماریچی نزدیک‌تر هم یافت. به این ترتیب با مقایسه‌ی قدر مطلق آن‌ها با قدر ظاهری‌شان می‌توان به تخمین خوبی از فاصله‌ی آن‌ها و در نتیجه فاصله‌ی آن کهکشان دست یافت.



شکل ۱۰-۵

منحنی نوری ساخته شده از قدرهای بصری تخمینی برای ستاره‌ی دوتایی مشهور اتا-عقاب؛ ستاره‌ی متغیر قیفاووسی با دوره‌ی تناوب فقط ۷ روز. تغییرات روشنایی این جفت از قدر ۳/۵ تا ۴/۴ هم با چشم برهنه و هم با دوربین دوچشمی با مقایسه‌ی آن با ستاره‌ی قدر ۳/۷ بتا-عقاب، که با نوری ثابت می‌درخشد، قابل تشخیص است.

۱- irregular variables

۲- Cepheid variables

۳-  $\delta$  Cephei

۴- regular variables

متغیرهای فورانی<sup>۱</sup> ستاره‌هایی‌اند که به‌طور معمول با روشنایی ثابتی می‌درخشند و ناگهان بدون هیچ پیش‌زمینه‌ای چندین قدر درخشان می‌شوند. یکی از شناخته‌شده‌ترین نمونه‌ها در صورت فلکی گیسوان برنیکه<sup>۲</sup> یا تاج شمالی قرار دارد. ستاره‌ی T-گیسوان برنیکه (که به نام «ستاره‌ی مشتعل» نیز شناخته می‌شود) معمولاً از قدر ۱۱، نزدیک مرز رؤیت با تلسکوپی ۳ اینچی، می‌درخشد. اما در سال ۱۸۶۶، و باز در سال ۱۹۴۶، ناگهان تا قدر ۲ درخشان شد و کاملاً در لبه‌ی صورت‌واره‌ی تاج با چشم برهنه دیده می‌شد. (جالب این‌که، در سوی دیگر ستاره‌ی R-گیسوان برنیکه، درست در نزدیکی آن، ستاره‌ی T قرار دارد که به‌طور معمول از قدر ۵٫۷، یعنی نزدیک حدّ قدر کافی برای چشم برهنه، می‌درخشد. اما در سال ۱۹۶۲ و ۱۹۷۲ و نیز ۱۹۷۷ ناگهان ناپدید شد و به قدر ۱۵ رسید. به‌طوری که نامش را «ستاره‌ی ناپدیدشونده» یا «نواختر برعکس» گذاشتند.)

سه گروه مرتبط از ستاره‌های به‌شدت ناپایدار متغیرهای فاجعه‌بار<sup>۳</sup>، ستاره‌های شراره‌ای<sup>۴</sup>، و نواخترهای کوتوله<sup>۵</sup> هستند. این اجرام معمولاً از کم‌نور (عموماً از قدر ۱۴ و بالاتر) می‌درخشند و سپس ناگهان و پیش‌بینی‌نشده چند صد برابر درخشان می‌شوند. نمونه‌ای مشهور و خارق‌العاده ستاره‌ی U-دوپیکر است که معمولاً بین قدر ۱۴ و ۱۵ می‌درخشد و گاه در عرض کمتر از ۲۴ ساعت به قدر ۸ می‌رسد. نواختر<sup>۶</sup> واقعی نیز به همین ترتیب رفتار می‌کند اما معمولاً خشن‌تر است و وقتی «منفجر» می‌شود هزاران بار درخشان‌تر می‌شود. برخی از آن‌ها در پرنورترین حالت رقیب درخشان‌ترین ستاره‌های آسمان می‌شوند و تا ماه‌ها با چشم برهنه قابل دیدن‌اند. طی سالیان پیش، منجمان آماتور نقشی اساسی در کشف این انفجارهای کیهانی داشته‌اند. بیشتر رصدهای این ستاره‌های به‌ظاهر «جدید» بدون هیچ ابزاری، به‌جز چشم برهنه و گاه دوربین دوچشمی، و با آشنایی کامل با شکل‌های صورت‌های فلکی انجام شده است. (برخی از نواخترهای کم‌فروغ‌تر و دورتر را نیز رصدگران هُشیار با تلسکوپ کشف کرده‌اند.)

حدّ نهایی ستاره‌های فاجعه‌بار، آبرنواخترها<sup>۷</sup> هستند. مثلاً اگر همین حالا یکی در کهکشان خودمان رخ دهد، ستاره‌ای که تا دیشب دیده نمی‌شد ناگهان طی چند ساعت به قدر منفی می‌رسد و از همه‌ی اجرام به‌جز خورشید و ماه درخشان‌تر می‌شود (و حتی ممکن است آن قدر پُر نور شود که در نور روز هم دیده شود!). در طی تاریخ ثبت‌شده‌ی بشر فقط پنج آبرنواختر در کهکشان ما رخ داده است (اما در دیگر کهکشان‌ها بیشتر رخ می‌دهند که در فصل بعدی درباره‌اش صحبت خواهیم کرد). سه ابرنواختر مهم تاریخ در کهکشان راه شیری عبارت‌اند از، ستاره‌ی تیکو<sup>۸</sup> در سال ۱۵۷۲، ستاره‌ی کپلر<sup>۹</sup> در سال ۱۶۰۴، و پیش از آن‌ها «ستاره‌ی مهمان»<sup>۱۰</sup> چینی‌ها در سال ۱۰۵۴ که سازنده‌ی

۱- eruptive variables

۲- Corona Borealis

۳- cataclysmic variables

۴- flare stars

۵- dwarf novae

۶- nova

۷- supernovae

۸- Tycho's Star

۹- Kepler's Star

۱۰- Guest Star



سحابی بازمانده‌ی ابرنواختری خرچنگ<sup>۱</sup> در صورت فلکی ثور (گاو)<sup>۲</sup> بوده است. از آخرین ابرنواختری که رخ داده بیش از چهار قرن گذشته است و حالا بیشتر اخترشناسان بر این باورند که شاید همین روزها ابرنواختری در کهکشان ما رخ دهد. منجم آماتوری مانند خود شما، که هر شب آسمان را جاروب می‌کند، ممکن است نخستین فردی باشد که آن را می‌بیند و به جهان گزارش می‌کند و به این ترتیب -در کنار تیکو و کپلر- به شهرتی ابدی دست می‌یابد! اگر فکر می‌کنید نواختری (یا حتی بهتر ابرنواختر بعدی!) را کشف کرده‌اید، بلافاصله، به کمک اطلاعاتی که در فصل ۹ درباره‌ی کشف دنباله‌دارها در اختیارتان گذاشتیم، با انجمن بین‌المللی نجوم تماس بگیرید و آن را گزارش کنید.

از انواع ستاره‌های متغیر همچنین یک گروه جذاب دیگر هم وجود دارند که اصلاً متغیر نیستند! آن‌ها متغیرهای گرفتی<sup>۳</sup> نام دارند که همچنین به نام دوتایی‌های گرفتی<sup>۴</sup> نیز مشهورند. همان‌طور که نام دوم‌شان نشان می‌دهد، تغییر در روشنایی این اجرام به سبب گرفت یکی پشت دیگری در مدارشان به دور هم رخ می‌دهد، و نه به سبب تپش ستاره و تغییر واقعی اندازه یا درخشندگی آن. بهترین نمونه‌ی آن‌ها ستاره‌ی رأس الغول (بتا-برساوش) یا «ستاره‌ی دیو»<sup>۵</sup> (مردمان باستان به سبب چشمک زدن ستاره این نام را به آن داده بودند) است. قدر این ستاره دقیقاً در هر ۲/۹ روز از ۲/۱ به ۳/۴ می‌رسد. درواقع دو کمینه در روشنایی این ستاره وجود دارد. کاهش اصلی که برای چشم برهنه قابل تشخیص است زمانی که ستاره‌ی بزرگ‌تر اما کم‌نورتر از مقابل ستاره‌ی کوچک‌تر اما پرنورتر می‌گذرد و تمام سطح آن را می‌پوشاند. همچنین گرفت ثانویه‌ی کمتر قابل‌توجهی نیز وجود دارد که در نیم‌دور بعدی مدار اتفاق می‌افتد و این زمانی است که ستاره‌ی پرنورتر (کوچک‌تر) از مقابل ستاره‌ی کم‌نورتر (بزرگ‌تر) عبور می‌کند و نور مجموع ستاره کمی کاهش می‌یابد. گرفت اصلی ۱۰ ساعت طول می‌کشد. در رأس الغول نیز، مانند دیگر ستاره‌های متغیر، می‌توانید به راحتی با مقایسه‌ی نور آن با نور ثابت همسایه‌ای در آن نزدیکی متوجه تغییرات شوید؛ در این مورد ستاره‌ی مقایسه ستاره‌ی میرفک<sup>۶</sup> (آلفا-برساوش) از قدر ۲ است.

ستاره‌ی گرفتی دیگر، که با چشم برهنه دیده می‌شود، ستاره‌ی بتا-شلیاق در نزدیکی سحابی مشهور حلقه در صورت فلکی شلیاق یا چنگ رومی است. در این ستاره روشنایی بین قدر ۳/۳ تا ۴/۳ در دوره‌ای ۱۳ روزه تغییر می‌کند، زیرا این دو ستاره‌ی غول‌پیکر تخم‌مرغ-شکل با سرعت در حال گشتن به دور یکدیگرند و نیز آن قدر یکدیگر را نزدیک در آغوش گرفته‌اند که جو خارجی‌شان تقریباً با هم در تماس است. خیلی جالب است، تصور کنید که وقتی به ستاره‌هایی نظیر رأس الغول و بتا-شلیاق نگاه می‌کنید درواقع بدون هیچ ابزاری به جز چشم برهنه شاهد چرخش متقابل دو ستاره به دور هم در اعماق فضا هستید! و البته این دو ستاره در محدوده‌ی دید چشم برهنه‌اند و در همین حال بسیاری دیگر متغیر گرفتی در محدوده‌ی دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های کوچک هستند.

۱- Crab Nebula

۲- Taurus, The bull

۳- eclipsing variables

۴- eclipsing binaries

۵- Algol ( $\beta$  Persei), the Demon Star

۶- Mirfak



ستاره‌های متغیر را می‌توان فقط برای لذت یا، به قصد بالا بردن دانش، خیلی جدی‌تر رصد و بررسی کرد. به این منظور می‌توانید به اندازه‌گیری یا تخمین قدر آن‌ها بپردازید. این کار را می‌توان با چشم، دوربین، یا تلسکوپ انجام داد؛ تخمین قدر ستاره‌ای در تاریخی خاص با مقایسه‌ی روشنایی آن با ستاره‌های همسایه با قدر مشخص و ثابت -معمولاً تا دقت چند دهم یک قدر. اخترشناسان حرفه‌ای، به همراه برخی آماتورهای پیشرفته‌تر، از نورسنج فوتوالکتریک استفاده می‌کنند؛ ابزاری دقیق برای اندازه‌گیری درخشندگی ستاره‌ها تا چند صدم یا حتی هزارم یک قدر. انجمن جهانی نورسنجی فوتوالکتریک آماتور-حرفه‌ای<sup>۱</sup> در آمریکا مسئول هماهنگ کردن چنین همکاری‌های رصدی بین این دو سطح از متجمان است که مدیرش با پست الکترونیک [douglas.s.hall@iapp.vanderbilt.edu](mailto:douglas.s.hall@iapp.vanderbilt.edu) در دسترس است. یکی از پیشرفت‌های اخیر در این زمینه استفاده از دوربین‌های سی‌سی‌دی یا ویدئویی برای ثبت قدر ستاره‌های متغیر و البته دیگر اجرام آسمانی است (برای آشنایی بیشتر با این ابزارها فصل ۷ را ببینید).

تخمین قدر ستاره‌های متغیر هیچ سودی به حال علم ندارد مگر این‌که شما نتیجه‌ی رصدتان را برای سازمانی مشخص برای گردآوری و تحلیل ارسال کنید. یکی از سازمان‌های اصلی برای این کار انجمن آمریکایی رصدگران ستاره‌های متغیر<sup>۲</sup> در کمبریج، ماساچوست، ایالات متحده است. البته این انجمن صدساله مرکزی جهانی برای تمام رصدگران جهان است تا گزارش‌های خودشان را از رصد ستاره‌های متغیر به آن بفرستند. برای اطلاعات بیشتر درباره‌ی این انجمن به وبسایت آن به نشانی [www.aavso.org](http://www.aavso.org) مراجعه کنید یا با پست الکترونیک [aavso@aavso.org](mailto:aavso@aavso.org) با آن‌ها ارتباط برقرار کنید. همان‌طور که در بالا ذکر شد، ناپدید شدن ناگهانی ستاره‌ها یا ناگهان درخشان شدن آن‌ها را باید سریع گزارش کنید زیرا زمان در بررسی چنین پدیده‌هایی بسیار مهم است. علاوه بر اطلس‌هایی که پیش‌تر ذکر کردیم، اطلس ستاره‌های متغیر AAVSO اثر سی.ای. اسکویل<sup>۳</sup> (AAVSO، ۱۹۹۰) مخصوصاً برای یافتن و تخمین قدر ستاره‌های متغیر طراحی شده است. منبع گردآوری شده‌ی ستاره‌های متغیر برای حرفه‌ای‌ها نیز فهرست عمومی ستاره‌های متغیر<sup>۴</sup> نوشته‌ی پ.ن. خولوپوف و ب.و. کوکارکین<sup>۵</sup> است که آکادمی علوم روسیه مدام آن را به‌روز و منتشر می‌کند. البته به دست آوردن این منبع مشکل است.

دو کتاب خوب برای رصد متغیرها عبارت‌اند از، رصد ستاره‌های متغیر: راهنمای مبتدیان<sup>۶</sup> اثر دیوید لوی (Cambridge University Press، ۱۹۹۸) و رصد ستاره‌های متغیر<sup>۷</sup> نوشته‌ی گری گود<sup>۸</sup> (Springer، ۲۰۰۳).

۱- International Amateur-Professional  
Photoelectric Photometry Association  
(IAPPP)

۲- American Association for Variable Star  
Observers (AAVSO)

۳- C.E. Scovill

۴- General Catalogue of Variable Stars

۵- P.N. Kholopov and B.V. Kukarkin

۶- *Observing Variable Stars: A Guide for the  
Beginner*

۷- *Observing Variable Stars*

۸- Gerry Good

# رصد اجرام اعماق آسمان

## اجتماعات ستاره‌ای و صورت‌واره‌ها

پیش از این که وارد رصد اجرام ژرفای آسمان شویم با دو نوع مجموعه‌ی ستاره‌ای بسیار بزرگ و پراکنده از ستاره‌ها آغاز می‌کنیم. بالین که آن‌ها اصولاً ربطی به هم ندارند، برای دیدن هر دو به میدان دیدهای بسیار بزرگ نیاز است که به این ترتیب دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز نسبت به دیگر انواع تلسکوپ‌ها برتری دارند. *اجتماعات ستاره‌ای*<sup>۱</sup> مجموعه‌هایی فیزیکی‌اند که در آن‌ها ستاره‌ها با نیروی گرانشی متقابل ضعیفی به یکدیگر مرتبط‌اند، بسیار شبیه خوشه‌های ستاره‌ای (جلوتر را ببینید)، اما به جای چند دقیقه‌ی قوس چند درجه را در آسمان می‌پوشانند و تراکم آن‌ها خیلی کمتر است. یکی از درخشان‌ترین، شناخته‌ترین و خاص‌ترین آن‌ها اجتماع ستاره‌ای آلفا-برسائوش<sup>۲</sup> است؛ مجموعه‌ای از ستاره‌ها که به صورت شعاعی دورتادور ستاره‌ی قدر ۲ مرفق در صورت فلکی برسائوش را فراگرفته‌اند و در آسمان شب‌های پاییزی و زمستانی دیده می‌شوند. این نما در شبی صاف با دوربین دوچشمی فوق‌العاده است!

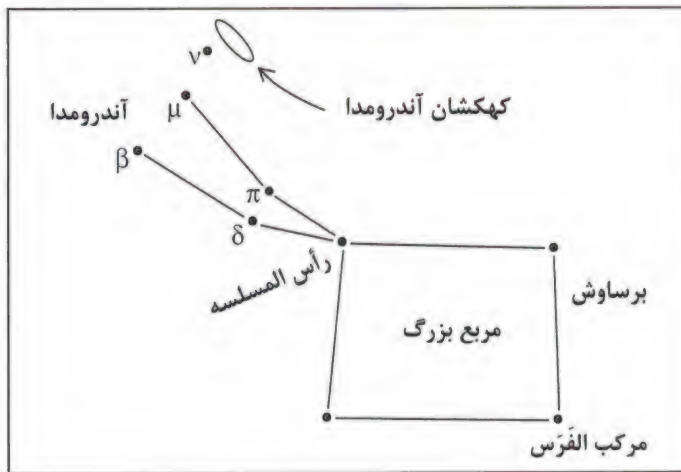
نوع دیگری از مجموعه‌های ستاره‌ای *صورت‌واره‌ها*<sup>۳</sup> هستند. صورت‌واره‌ها الگوها و نقوشی متشکل از ستاره‌ها درون صورت‌های فلکی رسمی‌اند که در بیشتر موارد هیچ ارتباط فیزیکی با هم ندارند و فقط اتفاقی در کنار هم به شکلی خاص و واضح دیده می‌شوند. اما یکی از این صورت‌واره‌ها، شاید مشهورترین آن‌ها، معلوم شده که اجتماعی واقعی یا خوشه‌ی ستاره‌ای متحرکی در فضا است.

۱- stellar associations

۳- asterisms

۲- Alpha Persei Association

درباره‌ی ملاقهٔ بزرگ<sup>۱</sup> صحبت می‌کنیم. (رصدگران تازه‌کار - و نیز برخی از کارکشته‌ها! - گاهی ملاقه را یک صورت فلکی می‌دانند. اما درواقع این شکل فقط بخشی از صورت فلکی دب اکبر<sup>۲</sup> یا خرس بزرگ آسمان است. در پیوست<sup>۳</sup> می‌توانید فهرست کاملی از ۸۸ صورت فلکی رسمی را ببینید.) صورت‌واره‌ی بزرگ و مشخص دیگر مثلث تابستانی<sup>۴</sup> است. این مثلث با سه ستاره‌ی درخشان آبی-سفید نسر واقع در شلیاق<sup>۵</sup>، ردف در دجاجة<sup>۶</sup>، و نسر طائر در عقاب<sup>۷</sup> ساخته می‌شود. (خود دجاجة شامل صورت‌واره‌ی مشهور صلیب شمالی<sup>۸</sup> است.) صورت‌واره‌های بسیار کوچک‌تری نیز وجود دارند که شاید جذاب‌ترین آن‌ها صورت‌واره‌ی چوبلباسی<sup>۹</sup> در صورت فلکی روباهک<sup>۱۰</sup> باشد. این مجموعه‌ی ستاره‌ای را همچنین به نام خوشه‌ی بروکی<sup>۱۱</sup>، به نام کاشفش، نیز می‌شناسند و نام رسمی آن ۳۹۹ Collinder است. این مجموعه شامل ۶ ستاره به شکل خطی مستقیم و چهار ستاره به شکلی منحنی‌وار، شبیه قلاب، بالای آن‌هاست. در دوربین دوچشمی این مجموعه درست شبیه چوبلباسی کوچکی است که برعکس به آسمان آویزان شده است!



شکل ۱۱-۱

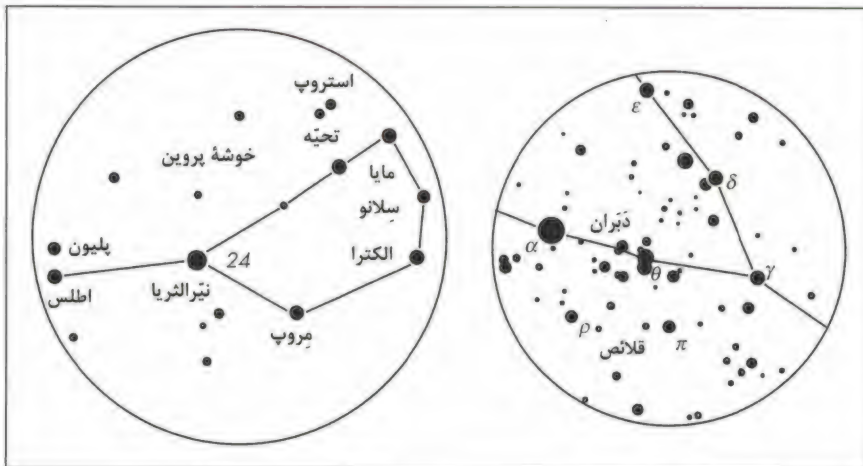
به کمک یکی از بزرگ‌ترین صورت‌واره‌های آسمان (مربع بزرگ اسب بالدار) جذاب‌ترین کهکشان آسمان (به جز راه شیری خودمان!) را بیابید؛ کهکشان آندرومدا (M۳۱). قطر مربع را از ستاره‌ی مرکب الفرس (آلفا-اسب بالدار) به سوی رأس المسلسه (آلفا-آندرومدا) بکشید و به همان اندازه امتداد دهید تا به نزدیکی کهکشان مارپیچی بزرگ برسید. در شبی تاریک و بی‌ماه می‌توانید آن را حتی با چشم برهنه ببینید اما نمای آن در دوربین دوچشمی و هر تلسکوپ خیره‌کننده و نفس‌گیر است.

- ۱- Big Dipper
- ۲- Ursa Major
- ۳- Summer Triangle
- ۴- Vega in Lyra
- ۵- Deneb in Cygnus

- ۶- Altair in Aquila
- ۷- Northern Cross
- ۸- Coathanger
- ۹- Vulpecula
- ۱۰- Brocchi

## خوشه‌های ستاره‌ای

خوشه‌های باز<sup>۱</sup>، نسبت به اجتماعات ستاره‌ای، اندازه‌ای فشرده‌تر و اعضای بیشتر - از چند دوجین تا چند صد ستاره - دارند که همگی از نظر گرانشی به هم مرتبط‌اند و با هم در فضا حرکت می‌کنند. بیش از یک‌هزار خوشه‌ی باز می‌شناسیم که بیشترشان در نزدیکی صفحه‌ی راه شیری قرار دارند و بنابراین در آسمان شب‌های تابستانی و زمستانی، که نوار راه شیری در آسمان ارتفاعی مناسب دارد، می‌توان آن‌ها را پیدا کرد. برخی از درخشان‌ترین خوشه‌های باز آسمان را می‌توانید در فهرستی موسوم به فهرست مسیه<sup>۲</sup> بیابید که اخترشناسی فرانسوی، شارل مسیه<sup>۳</sup>، در اواخر دهه‌ی ۱۷۰۰ میلادی منتشر کرد و شامل ۱۰۹ جرم است که همه به نام‌های پسوند «M» و عددی پشت آن نام‌گذاری شده‌اند. بسیاری دیگر از این اجرام را می‌توانید در فهرست عمومی جدید سحابی‌ها و خوشه‌های ستاره‌ای<sup>۴</sup> بیابید که در سال ۱۸۸۸ توسط اخترشناسی به نام دریر<sup>۵</sup> منتشر شد. بعد از این



شکل ۱۱-۲

دو درخشان‌ترین و جذاب‌ترین خوشه‌های ستاره‌ای آسمان که با چشم برهنه دیده می‌شوند؛ خوشه‌ی پروین (نمای سمت چپ با تلسکوپي میدان دید باز) و خوشه‌ی قلائص (نمای سمت راست با دوربین دو چشمی). جالب این‌که هر دو این جعبه‌جواهرات آسمانی نزدیک یکدیگر و در صورت فلکی ثور قرار دارند.

۱- open cluster

۲- Messier Catalogue

۳- Charles Messier

۴- New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars (NGC)

۵- J.L.E. Dreyer



فهرست نیز فهرست / ایندکس<sup>۱</sup> منتشر شد. این فهرست‌ها با هم بیش از ۱۲ هزار جرم را طبقه‌بندی کرده‌اند! فهرستی جدیدتر و کوتاه‌تر از خوشه‌ها، سحابی‌ها، و کهکشان‌ها فهرست کالدول<sup>۲</sup> است که آن را رصدگر و ترویج‌کننده‌ی نجوم بریتانیایی مشهور، سِر پاتریک (کالدول-مور)<sup>۳</sup>، در سال ۱۹۹۵ منتشر کرد. این فهرست نیز مانند فهرست مسیه شامل ۱۰۹ جرم است اما، برخلاف آن، فهرست کالدول تمام آسمان را از قطب شمال تا جنوب سماوی در بر می‌گیرد.



شکل ۱۱-۳

تصویری از خوشه‌ی ستاره‌ای تابان پروین (M۴۵) که با تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۸ میلی‌متری عکاسی شده است. ستاره‌های داغ آبی-سفیدش همچون الماس‌هایی در برابر مخمل سیاه آسمان می‌درخشند. همان‌طور که اینجا هم می‌بینید اطراف ستاره‌ها را سحابی آبی‌رنگ رقیقی پوشانده است (به درخشان‌ترین بخش این ابرها سحابی تمپل یا NGC ۱۴۳۵ می‌گویند). این سحابی البته با تلسکوپی ۴ اینچی رصد و کشف شد، اما کلاً تشخیص آن زیاد ساده نیست. یک علتش این است که بازدم گرم خود رصدگر در شب‌های سرد زمستانی دور همه‌ی ستاره‌ها سحابی درست می‌کند! عکس از استیو پیترز

۱- Index Catalogue (IC)

۳- Sir Patrick (Caldwell-)Moore

۲- Caldwell Catalogue



ظاهر هیچ دو خوشه‌ی ستاره‌ای دقیقاً شبیه هم نیست. تنوع آن‌ها از جعبه‌های بزرگ جواهرات درخشان که چندین درجه در آسمان گسترده شده‌اند، مانند خوشه‌های معروف پروین<sup>۱</sup> و فلائس<sup>۲</sup> در ثور است (که به سبب اندازه‌ی ظاهری بزرگ‌شان بهترین نما را در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز دارند). تا خوشه‌های زیبایی که کمتر از یک درجه گستردگی دارند، مانند خوشه‌ی اردک وحشی<sup>۳</sup> (M۱۱) در صورت فلکی سپر<sup>۴</sup> و خوشه‌ی M۳۵ در دویپر (که بهترین نما را در تلسکوپ‌های آماتوری متوسط دارند). و همان‌طور که از ستاره‌های دوتایی صحبت کردیم، خوشه‌های دوتایی هم داریم از جمله خوشه‌ی دوتایی<sup>۵</sup> (NGC ۸۸۴ و NGC ۸۶۹) که مجموعه‌ی دوقلوی بی‌نظیری از ستاره‌های رنگی در برساوش هستند. نمای بصری این جواهرات آسمانی همواره شما را به وجد می‌آورد.



شکل ۱۱-۴

نمایی از خوشه‌ی باز پرستاره‌ی M۳۷ در صورت فلکی دلو این‌طور که در دوربین‌های دوچشمی قوی و تلسکوپ‌های کوچک دیده می‌شود. این مجموعه‌ی دوست‌داشتنی بهترین نمونه از میان سه جرم مسیه‌ی این صورت فلکی است (دو جرم دیگر M۳۶ و M۳۸ هستند) که همه هم در آسمان واقعاً نزدیک هم قرار دارند. این تصویر با عدسی تله ۳۰۰ میلی‌متر f/۲/۸ گرفته شده است. عکس از استیو پیترز

۱- Pleiades

۲- Hyades

۳- Wild Duck Cluster

۴- Scutum

۵- Double Cluster



شکل ۱۱-۵

خوشه‌ی خارق‌العاده‌ی دوتایی یا دوقلو (NGC ۸۶۹ و NGC ۸۸۴) در برساوش که با عدسی تله ۳۰۰ میلی‌متری  $f/۲.۸$  عکاسی شده است. این جفت خوشه‌ی ستاره‌ای، که حتی با دوربینی دوچشمی هم نمایی زیبا دارد، در تلسکوپ‌های کوچک نمایی خارق‌العاده دارد. در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر جواهرات رنگارنگ بسیاری در میان الماس‌های اصلی آبی-سفید نمایان می‌شود. جالب این‌که ظاهراً این دو خوشه از نظر فیزیکی (گرانشی) هم با یکدیگر در ارتباط‌اند. آن‌ها در فواصل ۷۲۰۰ و ۷۵۰۰ سال نوری از ما قرار گرفته‌اند و به آرامی به دور هم می‌گردند! عکس از استیو پیتز

همچنین موارد اعجاب‌آوری نیز هستند؛ از جمله سحابی سیاره‌نمای کوچک حلقه‌مانند ۲۴۳۸ NGC در جلو خوشه‌ی M۴۶ در صورت فلکی کشتی‌دُم؛ یا خوشه‌ی دوردست ۲۱۵۸ NGC که در حاشیه‌ی خوشه‌ی M۳۵ با فروغ کمی می‌درخشد، یا سحابی کم‌فروغ و ظریفی که ستاره‌های خوشه‌ی پروین را در بر گرفته است. نکته‌ی لذت‌بخش دیگر ستاره‌های قرمز و نارنجی در نزدیکی

مرکز خوشه‌های باز است که معمولاً ستاره‌های‌شان داغ و آبی-سفیدند. این‌ها ستاره‌های سردی‌اند که در مراحل تکاملی خود از رشته‌ی اصلی گذشته و به مرحله‌ی غول سرخی رسیده‌اند. همه‌ی این‌ها را رصدگری مشتاق می‌بیند که در شبی صاف و تاریک از تلسکوپی ۳ یا ۴ اینچی استفاده می‌کند. تمرکز بیشتر ستاره‌ها را در خوشه‌های کروی<sup>۱</sup> می‌بینیم. این کندوهای آسمانی تا یک میلیون ستاره را در بر می‌گیرند. از میان حدود ۱۵۰ خوشه‌ی کروی شناخته‌شده بیشترشان در هاله‌ی وسیع کهکشان در نواحی خارجی آن اقامت دارند که جهت مرکزش به سوی صورت فلکی قوس<sup>۲</sup> است. مانند خوشه‌های باز، بیشتر خوشه‌های کروی درخشان را نیز می‌توانید در فهرست مسیه بیابید، ازجمله خوشه‌ی جائی (M۱۳). این توپ خارق‌العاده‌ی پُرسِتاره را در شبی تاریک می‌توانید با چشم برهنه نیز ببینید و در دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ همچون ستاره‌ای مه‌آلود دیده می‌شود.



شکل ۱۱-۶

خوشه‌ی ستاره‌ای کروی خارق‌العاده‌ی M۱۳ در جائی که بیشتر به نام خوشه‌ی جائی معروف است. این تصویر با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادپوتریک ۱۱ اینچی گرفته شده است. نور این خوشه‌ی زیبا برای رسیدن به ما ۲۴ هزار سال در راه بوده است. این خوشه از درون دوربین دوچشمی مانند یک توپ کاموایی به نظر می‌رسد اما در تلسکوپی ۳ یا ۴ اینچی لبه‌هایش تفکیک می‌شوند و با تلسکوپی ۶ یا ۸ اینچی می‌توان ستاره‌ها را تا اعماق مرکز خوشه تشخیص داد. نمای این خوشه و اجرام مشابه آن از درون تلسکوپ‌های آماتوری بزرگ نفس‌گیر است. عکس از دنیس دی چیکو

تلسکوپی ۳ اینچی با بزرگنمایی ۴۵ برابر تویی را نشان می‌دهد که سطحی ناهموار دارد، درحالی‌که تلسکوپی ۶ اینچی با بزرگنمایی ۱۵۰ برابر می‌تواند ستاره‌ها را در آن تفکیک کند. نمای این خوشه با تلسکوپ‌های ۱۲ اینچی به بالا واقعاً نفس‌گیر است؛ در این ابزارها تمام ستاره‌ها تا مرکز خوشه تفکیک می‌شوند. رصدگری باذوق دیدن این نما را به رانندگی در میان بوران برف تشبیه کرده بود! سه گوی جواهرنشان دیگر از فهرست مسیه که نباید فراموش شوند عبارت‌اند از، M۴ در عقرب<sup>۱</sup>، M۲۲ در قوس، و M۵ در مار (حَیْه<sup>۲</sup>) که همه هم با M۱۳ قابل‌مقایسه‌اند. درخشان‌ترین (با قدر ۴، آن‌قدر درخشان است که به‌راحتی با چشم برهنه دیده می‌شود و حتی با حروف یونانی نام‌گذاری شده که مخصوص ستاره‌هاست)، بزرگ‌ترین (اندازه‌ی ظاهری بزرگ‌تر از قرص ماه)، و خارق‌العاده‌ترین خوشه‌ی کروی آسمان بی‌شک امگا-قنطورس<sup>۳</sup> (NGC ۵۱۳۹) است. متأسفانه، برای ما ساکنان نیم‌کره‌ی شمالی زمین، این غول چند میلیون ستاره‌ای در نیم‌کره‌ی جنوبی آسمان قرار دارد و در آسمان‌های آن سوی کره‌ی زمین نمایی شگفت‌انگیز است. خوشه‌ی دیگری در نیم‌کره‌ی جنوبی، که با چشم برهنه دیده می‌شوند، خوشه‌ی ۴۷-توکان<sup>۴</sup> (NGC ۱۰۴) است. این خوشه حتی در کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها نمایی خارق‌العاده دارد. دیدن خوشه‌های باز و کروی، هر دو، به آسمانی شفاف و پایدار نیاز دارد. (در اینجا باید اشاره کنم که در شب‌هایی که به‌سبب وجود غبار، مه، یا نور مهتاب نمی‌توانید سحابی‌ها و کهکشان‌ها را به‌خوبی رصد کنید باز هم می‌توانید به سراغ خوشه‌ها بروید و این به‌سبب ماهیت ستاره‌ای آن‌هاست.)

وقتی به اعماق دل یکی از این خوشه‌های بزرگ سفر می‌کنید، ذهن‌تان متوجه موجوداتی می‌شود که شاید روی سیاره‌ای در اطراف یکی از ستاره‌های آن خوشه زندگی کنند. ظاهر آسمان شب آن‌ها باید خیلی هیجان‌انگیز باشد. تخمین‌ها نشان می‌دهند که تعداد بی‌شماری ستاره با درخشندگی‌های متنوع از قدر سیاره‌ی زهره تا ماه در آسمان آن‌ها می‌درخشند و شاید اصلاً شبی نداشته باشند! همین موضوع دستمایه‌ی نویسنده‌ی داستان‌های علمی‌تخیلی، ایزاک آسیموف<sup>۵</sup>، برای نوشتن داستان شیانگاه<sup>۶</sup> شد که در آن موجوداتی هوشمند روی سیاره‌ای زندگی می‌کنند که چندین خورشید دارد و هر ۲۰۰۰ سال یک‌بار در آنجا شب می‌شود. و وقتی شب می‌شود میلیون‌ها ستاره در آسمان خودنمایی می‌کند. به قول نویسنده‌ی دیگر، چت رایمو<sup>۷</sup>، رصد اجرام آسمانی «۵۰ درصد تماشا و ۵۰ درصد تخیل» است؛ توصیه‌ی خوبی است برای رصد چنین اجرام شگفت‌آوری. فقط کافی است خودتان را در میان همه‌ی این ستاره‌ها تصور کنید!

۱- Scorpius

۲- Serpens

۳- ω Centauri

۴- 47 Tucanae

۵- Isaac Asimov

۶- یا «Nightfall»، این داستان با ترجمه‌ی آقای حسن اصغری از سوی انتشارات شقایق در سال ۱۳۷۴ در ایران به چاپ رسیده است- مترجم.

۷- Chet Raymo



## سحابی‌ها

رصدگران می‌توانند پنج نوع سحابی یا ابری گاز و غبار در کهکشان‌مان بیابند که از این میان چهار نوع درخشان و یک نوع غیردرخشان یا تاریک‌اند. نخست می‌پردازیم به سحابی‌نشری<sup>۱</sup> که محل تولد ستاره‌ها به حساب می‌آیند. این ابرهای نازک و درخشان از گاز هیدروژن بازوهای مارپیچی کهکشان ما را آکنده‌اند و بر صفحه‌ی کهکشان یا نزدیک به آن قرار دارند. از میان صدها سحابی فهرست‌شده، شناخته‌ترین و جذاب‌ترین آن‌ها برای رصدگران نیم‌کره‌ی شمالی آسمان سحابی جبار<sup>۲</sup> (M۴۳/M۴۲) در آسمان زمستان است. این توده‌ی عظیم و درخشان و مایل به سبز بیش از یک درجه در آسمان گسترده شده است و به شکل ستاره‌ای مه‌آلود از قدر ۴ در میان شمشیر شکارچی دیده می‌شود و درواقع نگین آن است. نمای این سحابی حتی در دوربین دوچشمی هم جذاب است و هرچه گشودگی دهانه‌ی ابزار بیشتر می‌شود جذابیت‌های رصدی آن هم بیشتر می‌شود. در مرکز این سحابی منظومه‌ی ستاره‌ای چندتایی دوزنقه قرار دارد که حتی با تلسکوپ<sup>۳</sup> اینچی با بزرگنمایی ۲۵ برابر تفکیک می‌شود و نیز درخشان‌ترین اعضای خوشه‌ای در حال شکل‌گیری نیز دیده می‌شوند. سه سحابی مهم دیگر عبارت‌اند از: سحابی مرداب<sup>۴</sup> (M۸) به همراه خوشه‌ی ستاره‌ای درون آن ۶۵۳۰ NGC، سحابی سه‌تکه<sup>۵</sup> (M۲۰)، و سحابی نعل اسبی/امگا<sup>۶</sup> (M۱۷) که همگی در نزدیک هم در صورت فلکی قوس قرار دارند. رصدگران نیم‌کره‌ی جنوبی نیز سحابی خارق‌العاده‌ی رتیل<sup>۷</sup> (۲۰۷۰ NGC) را دارند که درون ابر بزرگ ماژلان<sup>۸</sup> در صورت فلکی ماهی‌طلایی<sup>۹</sup> قرار دارد. باوجودی که این سحابی درواقع در کهکشانی دیگر و در فاصله‌ی ۱۷ هزار سال نوری از ما قرار دارد به‌راحتی با چشم برهنه دیده می‌شود و در دوربین دوچشمی نمایی تأثیرگذار دارد. نمای این سحابی حتی در تلسکوپ<sup>۱۰</sup>ی کوچک نفس‌گیر است. اگر این سحابی به اندازه‌ی سحابی جبار به ما نزدیک بود، بیش از ۳۰ درجه را در آسمان می‌پوشاند و روشنایی مجموع آن سه برابر سیاره‌ی زهره می‌شد!

دومین و متفاوت‌ترین نوع سحابی‌ها از نظر شکل ظاهری سحابی سیارنما<sup>۱۱</sup> است. درحالی‌که بیشتر ۱۵۰۰ سحابی سیارنمای شناخته‌شده در نزدیکی نوار راه شیری یا درون آن قرار دارند، ممکن است هر جای آسمان پراکنده باشند. این سحابی‌ها نسبت به سحابی‌های نشری سر دیگر طیف تحول ستاره‌ها را نشان می‌دهند. این گوی‌ها و حلقه‌ها و پوسته‌های گازی جذاب و معمولاً عجیب‌وغریب از پرتاب لایه‌های بیرونی جو ستاره‌های در حال مرگ شکل می‌گیرند. این نام را سر ویلیام هرشل ابداع کرد؛ زیرا طی جست‌وجوی معروفش در آسمان، پس از کشف سیاره‌ی اورانوس، تعدادی از این سحابی‌ها را یافته بود که بسیار شبیه اورانوس بودند؛ قرص‌های کوچک و گرد به

۱- diffuse or emission nebula

۲- Orion Nebula

۳- Lagoon Nebula

۴- Trifid Nebula

۵- Horseshoe/Omega/Swan Nebula

۶- Tarantula Nebula

۷- Large Magellanic Cloud

۸- Dorado

۹- planetary nebula





شکل ۱۱-۷

سحابی جبار (M43/M42) را بسیاری از رصدگران زیباترین سحابی نشری آسمان و نیز باشکوه‌ترین جرم ژرفای آسمان در کل می‌دانند. همین‌طور که به این سحابی خیره‌اید بدانید که ستاره‌های جدیدی در این زایشگاه عظیم کیهانی متولد می‌شوند! منظومه‌ی چندتایی ستاره‌های ذوزنقه در دل این سحابی قرار دارد (تصویرش در این نما از شدت نوردهی دیده نمی‌شود) و موجب بیشتر درخشش سحابی است. این سحابی با چشم برهنه و دوربین‌های دوچشمی همچون «ستاره‌ای» مه‌آلود در قلب شمشیر شکارچی دیده می‌شود اما نمای آن در تلسکوپ خیره‌کننده است. فیلم عکاسی این سحابی را به رنگ‌های قرمز، صورتی، و آبی می‌بیند، درحالی که با چشم می‌توانید تهرنگی زمردی-فیروزه‌ای در آن ببینید؛ گویی ستاره‌ها الماس‌هایی درخشان بر مخمل سبزند. M43 سحابی کوچک‌تر درست بالا و چسبیده به M42 است. این تصویر با تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۸ میلی‌متری گرفته شده است. عکس از استیو پترز



شکل ۱۱-۸

دوتا دیگر از زیباترین سحابی‌های آسمان؛ سحابی بزرگ و درخشان مرداب (M۸) در پایین و سحابی کوچک‌تر سه‌تکه (M۲۰) در بالا که با تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۸ اینچی عکاسی شده است. این دو سحابی فقط ۹۰ دقیقه‌ای قوس (۱/۵ درجه) از هم فاصله دارند و هر دو در صورت فلکی قوس قرار گرفته‌اند و هر دو با هم در میدان دید تلسکوپ‌های RFT جا می‌گیرند. به خوشه‌ی ستاره‌ای باز NGC ۶۵۳۰ که درون سحابی مرداب است توجه کنید، ستاره‌های این خوشه از این سحابی متولد شده‌اند. مانند سحابی جبار، این سحابی هم در فیلم عکاسی به رنگ قرمز ثبت می‌شود اما کلاً ردی از هر رنگی در این سحابی‌ها (به‌ویژه سحابی کم‌نورتر سه‌تکه) دیده می‌شود به‌جز با تلسکوپ‌های بزرگ آماتوری. عکس از استیو پیترز



شکل ۱۱-۹

این تصویر بدیع از سحابی دمبل (M۲۷) در صورت فلکی روباهک با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتريک ۱۱ اینچی گرفته شده است. این سحابی را، که اغلب آسان‌ترین سحابی سیاره‌نما برای رصد دانسته می‌شود، می‌توان حتی در جوینده‌ی تلسکوپ و در دوربین‌های دوچشمی پیدا کرد و نمای آن حتی در کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها هم جذاب است. در تلسکوپ‌های متوسط آماتوری نمای آن همچون بالش پُف‌آلودی است شناور در میان ستارگان راه شیری تابستان. عکس از دنیس دی چیکو

رنگ آبی-سبز با درخشندگی سطحی بالا آن‌طور که در چشمی تلسکوپ‌های دست‌ساز آینه‌فلزی او دیده می‌شدند. (همین درخشندگی سطحی بالای سیاره‌نماها در مقایسه با دیگر سحابی‌هاست که اجازه می‌دهد آن‌ها را در شب‌های مهتابی یا غبارآلود یا در آسمانی با آلودگی نوری هم بتوان رصد کرد) نخستین کشف هرشل سحابی زحل<sup>۱</sup> (NGC ۷۰۰۹) در صورت فلکی دَلو یا ابریز<sup>۲</sup> بود که به دنبال آن چندین کشف دیگر انجام داد.

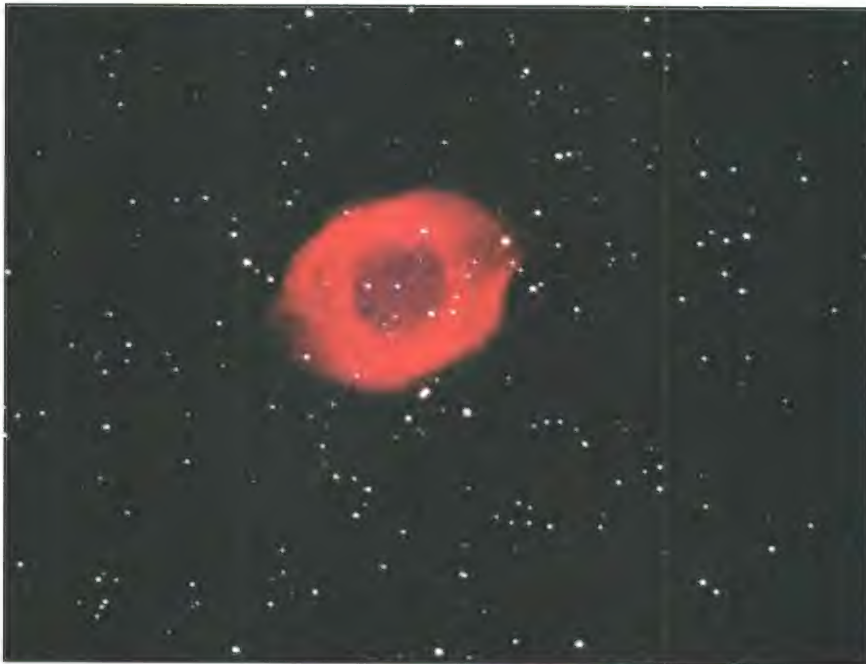
اما مهم‌ترین و معروف‌ترین سحابی‌های سیاره‌نما دو سحابی از فهرست مسیه است: سحابی حلقه<sup>۳</sup> (M۵۷) در شلیاق و سحابی دَمبل<sup>۴</sup> (M۲۷) در روباهک. دومی آن‌قدر بزرگ و درخشان است که با دوربینی ۷×۵۰ نیز دیده می‌شود.

۱- Saturn Nebula

۲- Aquarius

۳- Ring Nebula

۴- Dumbbell Nebula



شکل ۱۱-۱۰

سحابی خارق‌العاده‌ی هلیکس (NGC ۷۲۹۳) در دلو که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتیک ۱۱ اینچی عکاسی شده است. این سحابی سیاره‌نمای عظیم بقایای مرگ باشکوه ستاره‌ای پیر بوده که لایه‌های بیرونی‌اش را به فضا پرتاب کرده است. این سحابی، برخلاف هم‌تای مشهورش سحابی حلقه در شلیاق (M۵۷؛ شاید مشهورترین سحابی سیاره‌نمای آسمان)، اصلاً جرم راحتی برای رصد در نور مرئی نیست. هرچند که این سحابی بالاترین قدر مجموع ظاهری را در نوع خود دارد (از قدر ۶.۵)، اندازه‌ی زاویه‌ای عظیم آن (نصف قرص ماه) منجر به «روشنایی سطحی» بسیار کم آن شده است. بهترین نمای این سحابی در تلسکوپ‌های میدان باز (RFT) است، اما در شبی تاریک و شفاف می‌توانید با دوربین دوچشمی هم آن را ببینید. عکس از استیو پیترز

از دیگر سحابی‌های جذاب می‌توان به سحابی روح مشت‌ری<sup>۱</sup> (NGC ۳۲۴۲) در صورت فلکی شجاع یا مار آبی<sup>۲</sup>، هشت‌فوران<sup>۳</sup> (NGC ۳۱۳۲) در بادبان<sup>۴</sup>، اسکیمو/صورت دلک<sup>۵</sup> (NGC ۲۳۹۲) در دوییکر، و چشم گربه/حلزون<sup>۶</sup> (NGC ۶۵۴۳) در اژدها<sup>۷</sup> اشاره کرد. این سحابی‌ها همه در دیدرس تلسکوپ‌های ۲ تا ۳ اینچی هستند و نماهایی خارق‌العاده در تلسکوپ‌های ۶ اینچی و بزرگ‌تر ارائه می‌کنند.

۱- Jupiter's Ghost

۲- Hydra

۳- Eight-Burst Nebula

۴- Vela

۵- Eskimo/Clownface Nebula

۶- Cat's Eye/Snail Nebula

۷- Draco





شکل ۱۱-۱۱

سحابی خرچنگ (M1) در ثور، بقایای قابل دیدن از فوران عظیم ابرنواختری سال ۱۰۵۴ میلادی، به همراه ستاره‌ی نوترونی/تپاختر سریع چرخشی در مرکزش. در تلسکوپ ۳ اینچی به راحتی همچون بیضی کم‌فروغی دیده می‌شود اما ساختار خال‌دارش در تلسکوپ‌های متوسط آماتوری دیده می‌شود. اما برای دیدن رشته‌رشته‌ها و لبه‌های ریش‌ریش آن که در این تصویر، که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کاتادیوپتیک ۸ اینچی عکاسی شده، می‌بینید به تلسکوپ‌های آماتوری بزرگ‌تری نیاز است. به ستاره‌ای که درست در بالای مرکز سحابی قرار دارد توجه کنید. این درواقع یک جفت ستاره است (که در این مقیاس تفکیک نمی‌شود) که یکی از مؤلفه‌های هسته‌ی زمبیده‌ی ستاره‌ای است که ابرنواختر شده است. این ستاره‌ی نوترونی با سرعت ۳۳ بار در ثانیه به دور خودش می‌چرخد! سحابی M1 جرمی بود که شارل مسیه را بر آن داشت تا فهرست مشهورش از اجرام غیرستاره‌ای را تدوین کند. عکس از مایک اینگلیس

سومین دسته سحابی‌های بازتابی<sup>۱</sup> هستند. آن‌ها عموماً تابش‌های بسیار کم‌فروغ‌اند که در اطراف ستاره‌ها دیده می‌شوند و به سبب بازتاب نور ستاره‌ها از غبار (و گاز کمتر گسترده) دورتادور ستاره‌ها دیده می‌شوند. یکی از مشهورترین آن‌ها سحابی معبد<sup>۲</sup> (NGC ۱۴۳۵) است؛ تابش ضعیف قطره-شکلی اطراف ستاره‌ی مِروپ<sup>۳</sup> در خوشه‌ی ستاره‌ای پروین. هرچند این سحابی با یک تلسکوپ شکستی<sup>۴</sup> اینچی کشف شد دیدنش کار ساده‌ای نیست. بخشی از مشکل این است که این جرم

۱- reflection nebulae

۳- Merope

۲- Temple's Nebula





شکل ۱۱-۱۲

سحابی مشهور و اغلب عکاسی‌شده‌ی سر اسب (بازنارد ۴۳۴/۳۳ IC) در جبار. هرچند نمای این سحابی در عکاسی خارق‌العاده است (مانند این عکس که با تلسکوپ شکستی آپوکروماتیک ۱۰۸ میلی‌متری تهیه شده) یکی از دشوارترین اجرام غیرستاره‌ای برای رصد محسوب می‌شود و برای دیدن فقط نمایی از آن به آسمانی تاریک و شفاف، چشمی که خوب به تاریکی عادت کرده باشد، و نگاه چپ‌چپ احتیاج است. رصدگران باتجربه آن را با تلسکوپ‌های ۵ یا ۶ اینچی یافته‌اند و گزارش کرده‌اند که فیلتر سحابی وضوح سر کوچک و تیره‌ی اسب را در برابر زمینه‌ی سحابی بالا می‌برد. پرنورترین ستاره‌ای که در این تصویر می‌بینید نطاق (زتا-جبار) در کمر بند جبار است و پایین‌چپ آن سحابی عظیم شعله (NGC ۲۰۲۴) قرار دارد که نسبت به سحابی سر اسب جرم آسان‌تری برای رصد تلسکوپی است. عکس از استیو پیترز

از اجرام آسمان زمستان است و در زمستان با زدم گرم رصدگر روی عدسی چشمی تلسکوپ مهی ایجاد می‌کند که در اطراف همه‌ی ستاره‌ها هاله می‌اندازد! البته در شب‌های مرطوب تابستانی هم معمولاً چشمی مه‌آلود و همین اثر باز هم ایجاد می‌شود. به همین سبب است که به نظر بسیاری از رصدگران (از جمله خود من) پاییز، با رطوبت کم و دمای معتدلش، بهترین فصل سال برای رصد است. سحابی بازتابی دیگر سحابی سر جادوگر<sup>۱</sup> (IC ۲۱۱۸) در صورت فلکی نه‌ر<sup>۲</sup> درست در غرب ستاره‌ی درخشان رجل‌الجبار است. این ستاره در جبار قرار دارد اما منبع درخشش این سحابی است.

۱- Witch's Head Nebula

۲- Eridanus

دیدن این سحابی، که قطر بزرگش بیش از دو درجه گسترده است، به میدان دیدی باز و شبی بسیار شفاف نیاز دارد. این اجرام از نظر رصدی زیاد تعریفی ندارند و نمی‌توانید هیچ‌یک از آن‌ها را در فهرست اجرام اعماق آسمان محبوب رصدگری بیابید!

چهارمین دسته از سحابی‌های مرئی بازمانده‌های ابرنواختری<sup>۱</sup> هستند. آن‌ها بقایای انفجارهای ابرنواختری در کهکشان خودمان، و بسیار نادرند و فقط چندتایی از آن‌ها را می‌توان با تلسکوپ‌های آماتوری دید. بی‌شک معروف‌ترین و راحت‌ترین آن‌ها برای رصد سحابی خرچنگ (M۱) در ثور است. این سحابی، که در ابتدا در دسته‌ی سحابی سیاره‌نما طبقه‌بندی شده بود، درواقع بقایای در حال انبساط انفجاری است که در سال ۱۰۵۴ میلادی رخ داد. این سحابی را می‌توانید با یک دوربین ۱۰×۵۰ بیابید و از درون تلسکوپ<sup>۲</sup> اینچی تابش مه‌آلودش را تماشا کنید و البته با افزایش قطر دهانه‌ی تلسکوپ نما هم جذاب‌تر خواهد شد. با تلسکوپ‌های بازتابی دابسونی بزرگ می‌توانید لبه‌های رشته‌رشته‌ی سحابی و نیز ستاره‌ی نوترونی/تپ‌آختر سریع‌چرخان (۳۳ بار در ثانیه!) مرکزی آن را تشخیص دهید. همان‌طور که هر رصدگر اجرام اعماق آسمانی می‌داند، این جرمی بود که شکارچی دنباله‌دارها، شارل مسیه، را ترغیب کرد که فهرست اجرام «دنباله‌دارنما» را تکمیل کند. امروز کمتر کسی دنباله‌دارهای مسیه را می‌شناسد اما نام او به‌سبب تکمیل فهرست «مزاحمان» -آن‌طور که خودش می‌گفت- در تاریخ نجوم جاودانه شد.

دیگر سحابی بازمانده‌ی ابرنواختری، سحابی پرده/رشته‌ای/سپروس<sup>۳</sup> (۵-۶۹۹۲/۶۹۶۰ NGC) در دجاجة است. این سحابی شبیه دو نیمه‌ی حلقه‌ای بزرگ (درواقع حبابی شکسته) است که هرکدام طولی معادل یک درجه دارند و حدود ۳ درجه در آسمان گسترده شده‌اند. برای دیدن کل این سحابی به تلسکوپ‌های میدان دید باز یا دوربین‌های دوچشمی قوی نیاز دارید، اما هرکدام از دو نیمه در میدان دید چشمی زاویه‌باز و کم‌قدرت در تلسکوپ<sup>۲</sup> معمولی جا می‌گیرد. همچنین برای دیدن آن باید شب تاریکی را انتخاب کنید، چراکه این سحابی بسیار کم‌فروغ است و درخشندگی سطحی کمی دارد.

اینجا فرصت خوبی است که به فیلترهای آلودگی نوری و سحابی<sup>۲</sup> اشاره کنم که رصدگران روزبه‌روز بیشتر از آن‌ها استفاده می‌کنند تا با روشنایی آسمان مبارزه کنند و نمای سحابی‌ها را بهبود بخشند. در این فیلترها با جدا کردن خطوط طیفی خاص، که این سحابی‌ها در آن‌ها می‌درخشند، روشنایی آسمان حذف و سحابی درخشان‌تر از نمای بی‌فیلتر می‌شود. سحابی پرده هدفی عالی است که یکی از این ابزارها را برای رصدش امتحان کنید و آن را از یک شگفتی حاشیه‌ای به نمونه‌ای در میان اجرام ژرفای آسمان تبدیل کنید. (توجه داشته باشید که فیلترهای سحابی درواقع خود ستاره‌ها را، که در طول موج‌های سحابی‌ها نمی‌درخشند، کم‌فروغ می‌کنند؛ پس اجرایی که تعداد زیادی ستاره دارند، ازجمله خوشه‌ها و کهکشان‌ها، با این فیلترها کم‌نورتر به نظر می‌رسند.)

۱- supernova remnants

۳- light-pollution and nebula filters

۲- Veil/Filamentary/Cirrus Nebula

نوع پنجم سحابی‌ها نوری از خود گسیل نمی‌کنند بلکه جلو نور اجرام پشت سرشان را هم می‌گیرند. آن‌ها سحابی‌های تاریک<sup>۱</sup> نام دارند. از میان هزاران سحابی تاریک فهرست‌شده، مهم‌ترین‌های آن‌ها را سال‌ها پیش رصدگر افسانه‌ای، ادوارد ام‌رسون بارنارد<sup>۲</sup>، کشف کرد که علامتشان نیز «B» است. بزرگ‌ترین و آشکارترین آن‌ها ابرهای عظیم و تیره‌ای‌اند که در لابه‌لای بازوی مارپیچی کهکشان ما دیده می‌شوند. آن‌ها را می‌توان در شب‌های تاریک بی‌مهتاب در جای‌جای نوار راه شیری به‌صورت فضا‌های تاریک و بی‌ستاره دید. یکی از شگفت‌آورترین آن‌ها شکاف بزرگ<sup>۳</sup> است که در محدوده‌ی صورت فلکی دجاجة گویی کهکشان را به دو نیم کرده است. سحابی‌های تاریک کوچک‌تری نیز وجود دارند؛ مانند سحابی لوله<sup>۴</sup> (۷۸ و ۶۷ ۶۶ ۶۵ ۵۹ B) به طول ۷ درجه و سحابی S- شکل بارنارد<sup>۵</sup> (۷۲ B) به طول ۳۰ دقیقه‌ی قوس که هر دو هم در صورت فلکی مارافسای<sup>۶</sup> قرار دارند. دیدن این اجرام بزرگ بی‌شک به میدان دید بازی نیاز دارد و نمای آن‌ها در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز بسیار دیدنی است. اما در میان سحابی‌های تاریک هم اجرام کوچکی یافت می‌شوند؛ گوی‌های ریز نقطه‌مانند (که واقعاً پیش‌ستاره‌های فشرده‌ی غیرنورانی‌اند) که در زمینه‌ی بسیاری از سحابی‌های درخشان پیدا می‌شوند و برای دیدن‌شان به تلسکوپ‌های بزرگ رصدخانه‌ای نیاز است. واضح‌ترین سحابی تاریک برای چشم برهنه کیسه‌ی ذغال<sup>۷</sup> مشهور در صورت فلکی نیم‌کره‌ی جنوبی آسمان، صلیب جنوبی<sup>۸</sup> است. این روزنه‌ی عظیم سیاه در آسمان، به قطر ۷ در ۵ درجه، به‌راحتی قابل تشخیص است. جالب این‌که این سحابی اتفاقاً در کنار یکی از درخشان‌ترین و خارق‌العاده‌ترین مجموعه‌های ستاره‌ای در کل آسمان -خوشه‌ی درخشان جعبه‌ی جواهر<sup>۹</sup> (۴۷۵۵ NGC) - قرار گرفته است. اما مشهورترین سحابی تاریک آسمان، که بیشترین تصاویر هم از آن گرفته شده است، با چشم برهنه دیده نمی‌شود! و آن سحابی سر اسب<sup>۱۰</sup> (۳۳ B) در جبار است؛ ناحیه‌ای کوچک و تیره به طول ۵ دقیقه‌ی قوس که در برابر زمینه‌ی کم‌فروغ سحابی نشری<sup>۱۱</sup> ۴۳۴ IC دیده می‌شود که در جنوب ستاره‌ی نطاق (کسی-جبار)<sup>۱۱</sup> در کمر بند شکارچی قرار دارد. از نظر بصری این یکی از چالش‌برانگیزترین اجرام از نوع خود در کل آسمان است. هرچند این جرم در تلسکوپ‌هایی به کوچکی ۵ اینچ هم دیده شده (و حتی گزارش رصدش با دوربین‌های ۱۰×۷۰ هم وجود دارد) اگر مایل‌اید آن را رصد کنید به تلسکوپی دست‌کم ۸ اینچی، فیلتر سحابی (برای تقویت سحابی نشری و در نتیجه افزایش تضاد میان آن و سحابی سر اسب)، شبی تاریک و شفاف، و چشمی نیاز دارید که کاملاً به تاریکی عادت کرده باشد. هرچند این سحابی محبوب‌ترین سحابی تاریک برای همه است، این را نیز -مانند سحابی‌های بازتابی- معمولاً در فهرست اجرام محبوب رصدگران

۱- dark nebulae

۲- Edward Emerson Barnard

۳- Great Rift

۴- Pipe Nebula

۵- Barnard's S-Nebula

۶- Ophiuchus

۷- Coal Sack

۸- Crux

۹- Jewel Box Cluster

۱۰- Horsehead Nebula

۱۱- Alnitak (ξ Orionis)

نمی‌یابید. درواقع، در تعداد اندکی از فهرست‌هایی که نویسنده از گوشه‌وکنار و از زمان‌های گوناگون جمع کرده چنین اجرامی به چشم می‌خورد. و علش هم واضح است!

## کهکشان‌ها و اختروش‌ها

حالا به کهکشان‌های<sup>۱</sup> دور دست می‌رسیم. این شهرهای عظیم و چرخان ستاره‌ای، که شاید شامل نیم تریلیون ستاره باشند، در آسمان اجرامی‌اند از بزرگ و درخشان و قابل رصد با چشم برهنه تا لکه‌های بسیار کم‌فروغ نور در محدوده‌ی دید بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های جهان. صدها میلیارد کهکشان در عالم رصدپذیر وجود دارند که ده‌ها هزار عددشان در محدوده‌ی دید تلسکوپ‌های آماتوری قرار دارند. تعداد کهکشان‌هایی که در نزدیکی صفحه‌ی کهکشان خودمان می‌بینیم نسبتاً کم است زیرا ابرهای غبار و ستاره جلو دید ما را می‌گیرند. در همین حال تعداد آن‌ها در دیگر نواحی آسمان، دور از صفحه‌ی کهکشان، زیاد است؛ به‌ویژه نزدیک قطب‌های کهکشان که در آن راستا درواقع بدون مانع به بیرون کهکشان و اعماق فضا نگاه می‌کنیم. در میان کهکشان‌هایی که بدون کمک ابزارهای اپتیکی دیده می‌شوند (به‌جز خود راه شیری که جلوتر شرح داده شده، کهکشان مارپیچی بزرگ در آندرومدا - یا به نام رسمی‌اش، کهکشان آندرومدا<sup>۲</sup> (M۳۱) - بی‌شک در نیم‌کره‌ی شمالی آسمان بی‌رقیب است. این کهکشان در شبی تاریک به‌صورت لکه‌ای کشیده و مه‌آلود درست در شمال غربی ستاره‌ی نو-آندرومدا<sup>۳</sup> دیده می‌شود. همچنین به‌راحتی می‌توانید آن را با کشیدن خطی از ستاره‌ی گوشه‌ی پایین‌راست مربع بزرگ اسب بالدار<sup>۴</sup> (صورت‌واره‌ی دیگر!) به ستاره‌ی گوشه‌ی بالاچپ و امتداد خط به اندازه‌ی طول خودش بیابید. اگر آن را با دوربین دوچشمی نگاه کنید درمی‌یابید که تا ۵ درجه (یا قطر ۱۰ ماه کامل!) در آسمان کشیده شده است و هسته‌ی ستاره‌مانند آن، برآمدگی مرکزی هسته و صفحه‌ی آن، نوارهای غبارآلود و بازوهای مارپیچی آن همه با تلسکوپی آماتوری دیده می‌شود. به یاد داشته باشید این کهکشان را از فاصله‌ی ۲,۴۰۰,۰۰۰ سال نوری در فضا می‌نگرید. یکی دیگر از کهکشان‌های قابل رصد با چشم برهنه کهکشان مثلث<sup>۵</sup> (M۳۳) در صورت فلکی مثلث است. اندازه‌ی ظاهری آن از قرص کامل ماه بزرگ‌تر است و در دوربین دوچشمی به‌خوبی تشخیص داده می‌شود و نمای تلسکوپی آن، باوجود روشنایی سطحی کم آن در مقایسه با همسایه‌ی مشهورش، بی‌مانند است.

رصدگران نیم‌کره‌ی جنوبی دو کهکشان زیبا و واضح برای چشم برهنه در اختیار دارند. این دو کهکشان، ابر بزرگ ماژلان<sup>۶</sup> در مرز دو صورت فلکی ماهی‌طلائی و کوه‌میز<sup>۷</sup> و ابر کوچک ماژلان<sup>۸</sup>

۱- Galaxies

۲- Andromeda Galaxy

۳-  $\nu$  Andromeda

۴- Great Square of Pegasus

۵- Triangulum Galaxy

۶- Large Magellanic Cloud (LMC)

۷- Mensa

۸- Small Magellanic Cloud (SMC)





شکل ۱۱-۱۳

کهکشان خارق‌العاده‌ی مثلث (M۲۳) که با تلسکوپ اشمیت-کاسگرین کانادیوپتريک ۱۱ اینچی عکاسی شده است. این مارپیچی زیبا، به همراه کهکشان آندرومدا و راه شیری خودمان، یکی از اعضای گروه محلی کهکشان‌هاست. این کهکشان در شبی تاریک و بی‌ماه با دوربین دوجسمی دیده می‌شود اما آن قدر بزرگ (بزرگ‌تر از اندازه‌ی ظاهری قرص ماه) و نورش آن قدر پراکنده است که اغلب هنگامی که آسمان را با تلسکوپ جاروب می‌کنید از روی آن رد می‌شوید و متوجهش نمی‌شوید باوجودی که قدرش ۵٫۷ است! (رصدگران باتجربه این کهکشان را با چشم برهنه هم دیده‌اند.) در تلسکوپ‌های ۶ اینچی و بزرگ‌تر ساختارهای بیشتری دیده می‌شود، از جمله بازوهای مارپیچی ظریف آن. این کهکشان، در فاصله‌ی ۲,۷۰۰,۰۰۰ سال نوری از ما، کمی نسبت به کهکشان آندرومدا دورتر است. عکس از دنیس دی چیکو

در توکان هستند. این دو کهکشان، که فقط ۲۰ درجه با قطب جنوب آسمان و ۲۲ درجه با هم فاصله دارند، شبیه دو توده‌ی مه‌آلود از خود راه شیری به نظر می‌رسند و بسیار درخشان‌اند؛ آن قدر که ابر بزرگ را در نور ماه کامل هم می‌توان دید! از لحاظ بصری ابر بزرگ حدود ۶ درجه و ابر کوچک ۳/۵





شکل ۱۱-۱۴

کهکشان معروف گردابی (M51) در تازی‌ها که هسته‌ی درخشان، بازوهای مارپیچی باز، و هم‌دم کم‌نورتر آن، کهکشان NGC ۵۱۹۵، به‌خوبی دیده می‌شوند. این کهکشان، که از روبه‌رو دیده می‌شود، در تلسکوپی ۳ یا ۴ اینچی شبیه دو سحابی کم‌نور و غیرهم‌اندازه و مرتبط با هم به نظر می‌رسد. اما در تلسکوپ‌های ۸ اینچی و بزرگ‌تر در شبی تاریک و شفاف ساختار مارپیچی زیبایش دیده می‌شود. این کهکشان در فاصله‌ی ۳۰ میلیون سال نوری از ما قرار دارد که فاصله‌ی معمول بیشتر کهکشان‌های درخشانی است که با تلسکوپ‌های آماتور دیده می‌شوند. این تصویر با تلسکوپ بازتابی نیوتنی ۸ اینچی گرفته شده است. عکس از استیو پیترز



شکل ۱۱-۱۵

نمایی کاملاً متفاوت با کهکشان گردابی متعلق به این کهکشان از لبه به نام کلاه مکزیکی (M۱۰۴) در سنبله است. این طراحی از درون چشمی تلسکوپی شکستی به قطر ۱۳ اینچ انجام شده است، اما برآمدگی مرکزی کهکشان حتی از درون تلسکوپی ۳ اینچی هم دیده می‌شود و خط غباری استوای کهکشان هم در تلسکوپی ۶ اینچی و با روش رصد چپ‌چپ نمایان می‌شود. کهکشان کلاه مکزیکی آن قدر پُر نور است که، با وجود فاصله‌ی ۲۸ میلیون سال نوری‌اش، حتی در نور ماه هم دیده می‌شود. در تصویر برگردان تلسکوپ، جنوب بالاست.

درجه در آسمان گسترده شده‌اند. هر دو جزو کهکشان‌های کوتوله‌ی نامنظم طبقه‌بندی شده‌اند و دو قمر کهکشان ما به شمار می‌آیند. به این ترتیب، آن‌ها نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به ما هستند که ابر بزرگ ۱۷۰ هزار و ابر کوچک ۲۰۰ هزار سال نوری از ما فاصله دارند. این دو کهکشان، به همراه خود

راه شیری و کهکشان‌های  $M_{31}$  و  $M_{33}$ ، اعضای گروه محلی کهکشان‌ها<sup>۱</sup> هستند که در مجموع بیش از ۴۰ عضو دارد. حتی با دوربین دوچشمی می‌توانید این ابرها را به ستاره‌های سازنده‌شان تفکیک کنید و با تلسکوپ سرزمینی اعجاب‌انگیز از اجرام ژرفای آسمان درون آن‌ها را آشکار کنید؛ که بسیاری از آن‌ها نام خاص خود را در فهرست NGC دارند.

در میان دیگر کهکشان‌های مهمی که با دوربین‌های دوچشمی یا تلسکوپ‌های آماتوری دیده می‌شوند می‌توان به کهکشان گردابی<sup>۲</sup> ( $M_{51}$ ) در تازی‌ها<sup>۳</sup>، چشم سیاه<sup>۴</sup> ( $M_{46}$ ) در گیسوان برنیکه، و کلاه‌مکزیکی<sup>۵</sup> ( $M_{104}$ ) در سنبله اشاره کرد. مانند ستاره‌های دوتایی، کهکشان‌ها هم گاهی جفت‌اند (و گاهی نیز گروه‌هایی بزرگ‌اند) که برخی از بهترین‌های آن‌ها عبارت‌اند از،  $M_{82}/M_{81}$  در دب‌اکبر و  $M_{66}/M_{65}$  و  $M_{96}/M_{95}$  در آسَد (شیر). درست همان‌طور که ستاره‌ها خوشه تشکیل می‌دهند، کهکشان‌ها هم چنین می‌کنند. همین چند لحظه پیش به گروه محلی اشاره کردیم، اما این گروه خود بخشی از مجموعه‌ای بزرگ‌تر به نام خوشه‌ی سنبله<sup>۶</sup> است (که گاهی به آن خوشه‌ی گیسو-سنبله<sup>۷</sup> هم می‌گویند) که خود شامل هزاران کهکشان می‌شود. این ناحیه‌ی هیجان‌انگیز آسمان در بین رصدگران به «قلمرو سحابی‌ها» مشهور است و این نام از زمانی باقی مانده که هنوز ماهیت کهکشانی این اجرام سحابی‌مانند شناخته نشده بود. اگر با تلسکوپ<sup>۸</sup> ۴ اینچی مرکز این ناحیه را جاروب کنید چند دوجین از این کهکشان‌ها را می‌بینید (که بسیاری هم نام و شماره‌ای در فهرست مسیه دارند)، درحالی‌که تلسکوپ<sup>۹</sup> ۸ اینچی و بزرگ‌تر آن‌قدر کهکشان نمایش می‌دهد که شناسایی آن‌ها مشکل می‌شود. مکان‌هایی در این خوشه هست که میدان دیدی باز در آن شامل بیش از شش کهکشان می‌شود که همگی از فاصله‌ای حدود ۵۵ میلیون سال نوری در فضای میان کهکشانی به‌نرمی می‌درخشند.

جالب این‌که خود خوشه‌ی سنبله جزئی از ساختاری بسیار بزرگ‌تر به نام ابرخوشه‌ی محلی<sup>۸</sup> است که خود شامل ده‌ها هزار کهکشان تک است! خوشه‌های دیگری نیز از کهکشان‌ها می‌توانید در سرتاسر آسمان بیابید. سه عدد از آن‌ها در تلسکوپ‌های بزرگ آماتوری (۱۴ اینچی و بزرگ‌تر) دیده می‌شوند که عبارت‌اند از، خوشه‌های کهکشانی گیسو، جاثی، و برسوش<sup>۹</sup> که در فواصل ۳۵۰ تا ۵۰۰ میلیون سال نوری از ما قرار دارند.

اما دورترین شگفتی‌های اعماق فضا آختروش‌ها (یا اجرام ستاره‌مانند)<sup>۱۰</sup> هستند. امروز باور بر این است که به‌سبب ادغام کهکشان‌ها و تغذیه‌ی سیاهچاله‌ی عظیم مرکزی مقداری باورنکردنی

۱- Local Group of galaxies

۲- Whirlpool Galaxy

۳- Canis Venatici

۴- Black Eye Galaxy

۵- Sombrero Galaxy

۶- Virgo Cluster

۷- Coma-Virgo Cluster

۸- Local Supercluster

۹- Coma, Hercules, Perseus Galaxy Clusters

۱۰- quasars (quasi-stellar objects)

انرژی رها می‌شود و به این ترتیب این اجرام به اندازه‌ی صدها کهکشان، که ترکیب شده باشند، نور گسیل می‌کنند که موجب دیده شدن آنها از این فواصل دوردست می‌شود. «نزدیک‌ترین» و درخشان‌ترین آنها - و نخستین نمونه‌ی شناخته‌شده - را به نام ۳C۲۷۳ (نام آن در فهرست سوم منابع رادیویی کمبریج<sup>۱</sup>) می‌شناسیم. این جرم، که ستاره‌ای است آبی از قدر ۱۳ در صورت فلکی سنبله، در فاصله‌ای معادل ۲ میلیارد سال نوری از ما قرار دارد اما با تلسکوپ ۴ تا ۶ اینچی به راحتی دیده می‌شود!

باید در اینجا به دو جنبه‌ی نهایی در رصد کهکشان‌ها اشاره کنم. یکی کشف بصری فوران‌های نواختری در کهکشان‌های ماریچی درخشان‌تر نزدیک به دست آماتورهایی که از تلسکوپ‌هایی به کوچکی ۴ اینچ استفاده می‌کنند. و رکورد بالاترین کشف از آن منجم آماتور استرالیایی، کشیش رابرت اوانس<sup>۲</sup>، است که تا به حال با تلسکوپ‌های ۱۰ و ۱۶ اینچی خود حدود ۳۰ ابرنواختر کشف کرده است. وقتی به خوبی با ظاهر فهرستی انتخابی از اهداف رصدی آشنا شوید و سپس هر شب آنها را رصد کنید، احتمال کشف‌های بیشتر بالا می‌رود. اگر فکر می‌کنید ابرنواختر - یعنی «ستاره‌ای» جدید که قبلاً نبوده و حالا درون کهکشانی دیگر پدیدار شده است - کشف کرده‌اید، مانند دنباله‌دارها و نواخترهای معمولی، باید بلافاصله آن را به مرکز تلگرام‌های نجومی انجمن بین‌المللی نجوم گزارش کنید.

وجه مهم دوم در رصد کهکشان‌ها درک این نکته است که در حال تماشای دورترین اجرام عالم خلقت به کمک نوری به عمر چند میلیون یا چند میلیارد سال هستید. تلسکوپ شما فوتون‌هایی باستانی را به درون شبکیه‌ی چشمان شما متمرکز می‌کنند که قرن‌ها و قرن‌ها پیش این اجرام را ترک کرده‌اند! (پرسش‌ها و توضیحات درباره‌ی «ارتباط فوتونی» را در فصل بعدی ببینید.)

## راه شیری

تازه باید به بزرگ‌ترین، درخشان‌ترین، و جذاب‌ترین کهکشان در آسمان شب اشاره کنم؛ مسلم است که درباره‌ی کهکشان راه شیری<sup>۳</sup> خودمان صحبت می‌کنم! درواقع، بی‌شک این باشکوه‌ترین جرم «ژرفای آسمان» از هر نوع است. از آنجایی که ما درون یکی از بازوهای ماریچی آن قرار داریم و چون این ماریچ عظیم پُرستاره‌کمانی در کل آسمان زده است بهترین ابزار برای دیدن آن چشم برهنه‌ی انسان است، و پس از آن دوربین دوچشمی میدان دید باز و سپس تلسکوپ (به‌ویژه میدان دید باز). استفاده از هر کدام از این ابزارها برای بررسی ابرهای پُرستاره‌ی آن - به‌ویژه در نواحی‌ای مانند صورت‌های فلکی دجاجة، سپر، و قوس - در شبی تاریک و شفاف واقعاً تجربه‌ای هیجان‌انگیز است.

۱- Cambridge catalogue of radio sources

۳- Milky Way

۲- Robert Evans





شکل ۱۱-۱۶

ابرهای ستاره‌ای راه شیری در صورت فلکی دجاجة که با عدسی تله‌ی ۳۰۰ میلی‌متری  $f/۲.۸$  عکاسی شده‌اند. در مرکز این تصویر سحابی آمریکای شمالی (NGC ۷۰۰۰) را می‌بینید. وقتی با دوربین دوچشمی یا تلسکوپی میدان باز در این منطقه از آسمان سیر کنید -با توجه به این که ستاره‌های درخشان‌تر نزدیک‌ترند و ستاره‌های کم‌نورتر دورترند- دچار توهم عمق هم می‌شوید! (این حس حتی در این تصویر هم دیده می‌شود، چرا که خود سحابی خیلی بالاتر از ستاره‌های زمینه به نظر می‌رسد.) خود سحابی را، که عرضش دو درجه است، می‌توان در شبی بسیار تاریک و شفاف با دوربین دوچشمی هم دید -حتی گاهی با چشم برهنه هم هاله‌ای از آن دیده می‌شود. راه شیری ما بی‌شک باشکوه‌ترین کهکشان و شگفتی ژرفای آسمان است! عکس از استیو پیترز



وقتی فقط با چشم نگاه می‌کنید این احساس به شما دهد که زیر ستاره‌های کهکشان غرق شده‌اید. درخشان‌ترین بخش‌های راه شیری را در آسمان تابستان، زمانی که به سوی درون و هسته‌ی آن می‌نگرید، می‌یابید (درحالی‌که در زمستان به سوی خارج و به لایه‌ای نازک‌تر از ستاره‌ها در لبه‌ی آن نگاه می‌کنیم). دو ناحیه‌ی این‌چنینی نماهایی عالی برای دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌ها هستند. یکی ابر ستاره‌ای سپر<sup>۱</sup> در همین صورت فلکی است. این ناحیه، که همچنین به «جواهر راه شیری» و «مرکز شهر راه شیری»<sup>۲</sup> هم معروف است، به وسعت  $۱۲ \times ۹$  درجه سرزمین شگفتی‌ها برای دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌هاست. ناحیه‌ی دوم ابر ستاره‌ای کوچک قوس<sup>۳</sup>، منطقه‌ای به وسعت  $۲ \times ۱$  درجه، در نزدیکی مرکز کهکشان در صورت فلکی قوس و ظاهراً شامل بی‌نهایت ستاره است. جاربوب آهسته‌ی هرکدام از این ابرهای ستاره‌ای جذاب در شب‌های صاف با تلسکوپ میدان دید بازی به قطر ۴ تا ۶ اینچ با بزرگنمایی ۱۵ تا ۲۵ برابر واقعاً تجربه‌ای است که هرگز فراموش نمی‌شود.

همچنین ناحیه‌ی دیگر برای بررسی، ابر ستاره‌ای بزرگ قوس<sup>۴</sup> است که به چشم برهنه شبیه بخاری است که از سر لوله‌ی صورت‌واره‌ی قوری<sup>۵</sup> در قوس بیرون می‌زند!

اما در راه شیری جذابیت دیگری هم وجود دارد و آن توهّم خیره‌کننده و جذاب وجود عمق در ساختار آن است! وقتی ابرهای پُرستاره را در نواحی پُرستاره در قوس، سپر، و دجاجه با چشم برهنه یا دوربین دوچشمی نگاه می‌کنید مراقب اثر سه‌بعدی، که ممکن است بی‌خبر نمایان شود، باشید. ترکیب چشم-مغز این توهّم را ایجاد می‌کند که ستاره‌های کم‌نورتر دورتر از ستاره‌های پُر نورترند و گویی شما به لایه‌ای از پس لایه‌ای دیگر از ستاره‌ها می‌نگرید. به این ترتیب نوار راه شیری ناگهان در برابر زمینه‌ی ستاره‌های کم‌نورتر به صورتی سه‌بعدی بیرون می‌زند؛ درواقع به‌صورت همان ماریچ پُرستاره‌ای که واقعاً هست!

## گشت و گذاری فراتر

علت این‌که این فصل طولانی‌ترین فصل این کتاب است، هم گستردگی حوزه‌ی رصد اجرام اعماق فضا و هم محبوبیت آن‌ها در میان منجمان آماتور امروز است. به همین سبب در این فصل بیش از فصل‌های دیگر منابع مفید به شما معرفی خواهیم کرد. یکی از مفیدترین‌ها و دم‌دست‌ترین‌ها «فهرست ویژه» در پیوست ۳ همین کتاب است. در این فهرست برخی از بهترین و درخشان‌ترین ستاره‌ها، منظومه‌های دو و چندتایی، اجتماعات ستاره‌ای و صورت‌واره‌ها، خوشه‌های ستاره‌ای باز و

۱- Scutum Star Cloud

۲- "Gem of the Milky Way" and "Downtown Milky Way"

۳- Small Sagittarius Star Cloud

۴- Large Sagittarius Star Cloud

۵- Teapot asterism

کروی، سحابی‌های نشری و سیاره‌نما، بقایای انفجارهای ابرنواختری، و کهکشان‌ها برای رصد با تلسکوپ‌های آماتوری ۲ تا ۱۴ اینچی معرفی شده‌اند.

اما نکته‌ای که اینجا جلب نظر می‌کند مسئله‌ی پیدا کردن راه در آسمان و چگونه یافتن اجرام است. حتی اگر از دایره‌های تنظیم دستی مختصات یا دیجیتال - یا حتی سیستم‌های نوین‌تری مانند گوتو یا فناوری جی‌پی‌اس- برای «جهت‌یابی» با تلسکوپ‌تان استفاده می‌کنید لازم است که دست‌کم مکان درخشان‌ترین ستاره‌ها را بدانید. و همان‌طور که پیش‌تر هم گفتیم لذت واقعی رصد آسمان در روش‌های قدیمی، مانند «پرش ستاره‌ای» تا رسیدن به هدف، است که با استفاده از یک نقشه‌ی خوب آسمان به آن دست می‌یابید. درحالی‌که نقشه‌هایی مانند اطلس نورتون، اطلس کمبریج، و اطلس درخشان<sup>۱</sup> برای جهت‌یابی‌های عمومی مناسب‌اند، برای انجام موفق «پرش ستاره‌ای» به اطلسی مفصل‌تر و دقیق‌تر نیاز دارید؛ یکی که ستاره‌ها را دست‌کم تا قدر ۸، یا حد دید بیشتر جوینده‌ها و دوربین‌ها، داشته باشد. باوجود اطلس‌های مفصل چند جلدی در دسترس (مانند *اورانومتريا* ۲۰۰۰/۰<sup>۲</sup> که شامل بیش از ۲۸۰ هزار ستاره تا قدر ۹/۷۵ و بیش از ۳۰ هزار جرم غیرستاره‌ای است) بهترین اطلس برای رصد اجرام اعماق آسمان *اطلس آسمان* ۲۰۰۰/۰ است که در فصل ۱۰ به آن اشاره شد. بیش از ۸۱ هزار ستاره‌ی آن تا قدر ۸/۵ (به اضافهی حدود ۲۷۰۰ جرم غیرستاره‌ای) تعداد مناسبی نشانه در اختیارتان می‌گذارد تا به کمک روش پرش ستاره‌ای با دوربین‌ها و جوینده‌های عادی به هدف رصدی خود برسید بدون این‌که تلاش بی‌خودی بکنید. حتی اگر تلسکوپ فعلی شما، یا آن‌که می‌خواهید بخرید، به دستگاه‌های جست‌وجوی خودکار مجهز است من به‌شدت توصیه می‌کنم که مدتی را صرف پرش ستاره‌ای و یاد گرفتن آسمان کنید. مطمئنم که از این کار خشنود و خرسند خواهید شد!

در اینجا فهرست‌وار به منابع مناسب برای رصد اجرام ژرفای آسمان اشاره می‌کنم (برای سهولت و نیز به این سبب که این منابع به فارسی ترجمه نشده‌اند، فقط مشخصات لاتین کتاب‌ها را ذکر می‌کنیم - مترجم):

- *Deep-Sky Companions: The Messier Objects*, Stephen James O'Meara (Sky Publishing & Cambridge University Press, 1998)
- *Deep-Sky Companions: The Caldwell Objects*, Stephen James O'Meara (Sky Publishing & Cambridge University Press, 2002)
- *Deep-Sky Wonders*, Walter Scott Houston (Sky Publishing, 1999)
- *Messier's Nebulae and Star Clusters*, Kenneth Glyn Jones (Cambridge University Press, 1991)

- *The Messier's Album*, John Mallas and Evered Kremier (Sky Publishing, 1978)
- *Star-Hopping for Backyard Astronomers*, Alan MacRobert (Sky Publishing, 1993)
- *Field Guide to the Deep Sky Objects*, Mike Inglis (Springer, 2000)
- *Astronomy of the Milky Way, Subtitled (in two Volumes) An Observer's Guide to the Northern Sky and An Observer's Guide to the Southern Sky*, Mike Inglis (Springer, 2004)
- *Observing the Caldwell Objects*, David Ratledge (Springer, 2000)
- *Deep Sky Observing: The Astronomical Tourist*, Steven Coe (Springer, 2000)
- *NGC 2000.0: The Complete New General Catalogue and Index Catalogues of Nebulae and Star Clusters by J.L.E. Dreyer*, Roger Sinnott (Sky Publishing, 1988)
- *Observing Handbook and Catalogue of Deep-Sky Objects*, Christian Luginbuhl and Brian Skiff (Cambridge University Press, 1990)
- *The Night Sky Observer's Guide: Volume 1 Autumn & Winter, Volume 2 Spring & Summer*, George Kepple and Glen Sanner (Willmann-Bell, 1998)
- *DeepMap 600*, Wil Tirion and Steve Gottlieb (Orion Telescopes & Binoculars, 1999)
- *Celestial Harvest: 300-Plus Showpieces of the Heavens for Telescope Viewing & Contemplation*, James Mullaney (Dover Publications, 2002)
- *Sky&Telescope's Messier Card* (Sky Publishing, 2003)
- *Sky&Telescope's Caldwell Card* (Sky Publishing, 2002)
- *Sky&Telescope's Pocket Sky Atlas*, Roger Sinnott (Sky Publishing, 2006)



## نتیجه‌گیری

### به اشتراک گذاشتن شگفتی‌ها

درحالی‌که رصد ستاره‌ها فعالیت لذت‌بخش و شخصی در تجربه‌ی هر فرد از رصد آسمان است، سهیم شدن این زیبایی‌ها با دیگران نیز یکی دیگر از وجوه لذت‌بخش این کار است. به قول ضرب‌المثلی انگلیسی: «لذتی که با دیگران سهیم شود، دو برابر می‌شود». در ساده‌ترین حالت وقتی اجازه دهید اعضای خانواده، دوستان، همسایه‌ها، رصدگران مبتدی، و حتی غریبه‌ای که از آنجا می‌گذرد با تلسکوپ شما آسمان و شگفتی‌هایش را رصد کنند هم موجب لذت آن‌ها می‌شوید و هم خودتان به رضایتی وافر دست می‌یابید. فقط کافی است حیرت و شگفتی را در صورت‌های آن‌ها تماشا کنید؛ وقتی به مناظر بیگانه‌ی سطح ماه یا حلقه‌های خیره‌کننده‌ی زحل یا رنگ‌های شگفت‌انگیز ستاره‌ای دوتایی خیره شده‌اند. شاید شما نخستین فردی باشید که چشم آن‌ها را به این جهان سراسر شگفتی و عظمت باز کرده‌اید!

گزارش کردن رصد شما را یک گام از این مرحله‌ی ابتدایی (اما بسیار مهم!)، تا به اشتراک گذاشتن آنچه دیده‌اید با دیگر رصدگران دنیا، جلوتر می‌برد. می‌توانید گزارش رصدتان را به همراه عکس یا طرحی از رصدتان (اگر دارید) برای مجلات معتبر نجومی در شهر یا استان خودتان یا کل کشور بفرستید. همچنین می‌توانید گزارشی به زبان انگلیسی و البته با رعایت همه‌ی جوانب کار حرفه‌ای برای مجلات معتبر جهانی، نظیر *اسکای آند تلسکوپ* ([www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com)) و *آسترونومی* ([www.astronomy.com](http://www.astronomy.com))، یا حتی انجمن بین‌المللی نجوم بفرستید.





شکل ۱-۱۲

کاروانی از تلسکوپ‌های عظیم دایسونی را می‌بینید که این روزها در شب‌های رصدی بسیار پُرطرفدار شده‌اند.

## تفریح در برابر رصد جدی

ممکن است شما فقط برای گذارن وقت یا تفریح به فعالیت‌های نجوم آماتوری مشغول باشید و کار خاصی انجام ندهید. اما برخی از منجمان آماتور جدی هم هستند که به دنبال انجام فعالیت‌های سیستماتیک و دقیق و به دست آوردن نتایج علمی مهم‌اند. هر دو این حالت‌ها در میان منجمان آماتور سراسر دنیا وجود دارد. اساساً ریشه‌ی واژه‌ی «آماتور» از واژه‌ی لاتین «amare» به معنی دوست داشتن گرفته شده است و به معنای «کسی است که دوست دارد». منجم آماتور کسی است که ستاره‌ها را و دانستن درباره‌ی آن‌ها را دوست دارد. شاید علاقه‌ی او به‌مرور آن‌قدر زیاد شود که تصمیم بگیرد به‌طور حرفه‌ای و علمی به بررسی آن‌ها و افزایش دانش بشری درباره‌ی آن‌ها بپردازد. اما عموماً چنین اتفاقی بسیار نادر است. اگر کار را تازه شروع کرده‌اید و هنوز فعالیت جدی و مهمی انجام نداده‌اید خودتان را نگران نکنید. حتی شاید همیشه دوست داشته باشید فقط برای لذت بردن از آسمان رصد انجام دهید و هرگز خودتان را درگیر مسائل پیچیده‌تر علمی نکنید. هیچ ایرادی به





شکل ۱۲-۲

مجموعه‌ای جدی (واقعاً جدی) از ابزارهای رصدی که این روزها در میان رصدگران آماتور باتجربه بسیار محبوب شده‌اند. ابزار اصلی تلسکوپ ۱۶ اینچی بازتابی کاسگرین است که نورسنج فوتوالکتریک چندرنگی به آن متصل است. یک تلسکوپ اشمیت-کاسگرین ۸ اینچی و یک شکستی ۴ اینچی قلم‌دوش تلسکوپ اصلی نصب‌اند که به ترتیب برای عکاسی سی‌سی‌دی و ردیابی خودکار مجهز شده‌اند. فقط ظاهراً یک چیز اینجا کم است! یک چشمی که با آن بتوان درون یکی از تلسکوپ‌ها را تماشا کرد! عکس از شارون مالنی

شما وارد نیست! فقط به یاد داشته باشید که گزارش رصد تفریحی‌تان را برای مرکزی ارسال نکنید و انتظار منتشر شدن آن را نیز نداشته باشید!

یکی از رصدگران افسانه‌ای آمریکا لیلی پلتیه بود که ابتدا با علاقه‌ی شدید رصد ستاره‌ها را آغاز کرد اما تا آنجا پیش رفت که ۱۲ دنباله‌دار و ۶ نواختر را، یا به‌تنهایی یا به کمک دیگران، کشف کرد و در تخمین قدر بیش از صد هزار ستاره‌ی متغیر در انجمن آمریکایی رصدگران ستاره‌های متغیر شرکت کرد. او در مزرعه‌ای در اوهایو به دنیا آمد و سال‌ها بعد که آماتور پُرآوازه‌ای شد، باوجود پیشنهادهای متعدد برای پیوستن به کادر حرفه‌ای چندین رصدخانه، همچنان تصمیم گرفت همان‌جا در کنار طبیعت زندگی و رصد کند! پیشنهاد می‌کنم خودزندگی‌نامه‌ی دلپذیر او با عنوان شب‌های ستاره‌باران (انتشارات Sky Publishing، ۲۰۰۰) را بخوانید تا دریابید معنای واقعی «رصدگر» چیست.



شکل ۱۲-۳

در آن سوی طیف نسبت به دستگاه پیچیده‌ی عکس ۱۲-۲، این تلسکوپ ساده‌ی شکستی آکروماتیک ۶۰ میلی‌متری بر مقری سمت-ارتفاعی و سبک قرار دارد. این ابزارها فقط برای لذت بردن از رصد آسمان‌هاست.

رصدگر آماتور معروف انگلیسی، جیمز موردن<sup>۱</sup>، در کتاب خودش با عنوان *راهنمای منجمان آماتور*<sup>۲</sup> (انتشارات Harper & Row، ۱۹۸۳) بسیاری از حوزه‌های نجوم رصدی را برشمرده که منجمان آماتور می‌توانند فعالانه و با برنامه‌ریزی منظم در آن‌ها شرکت و در به دست آمدن نتایج مهم علمی کمک کنند. اما با این همه به خوانندگان توصیه می‌کند که، «... نجوم نیمی از معنای خودش را از دست می‌دهد اگر رصدگری هرگز تلسکوپش را بی‌هدف و فقط به قصد لذت بردن به سوی ستاره‌ها نشانه نرود...» و در ادامه‌ی کتاب به اینجا می‌رسد که، «بررسی آسمان‌ها و ستاره‌ها فقط از جنبه‌ی زیبایی‌شناسی صرف در این عصر فناوری به تمسخر گرفته می‌شود». و چه ناراحت‌کننده!

## توجه به جنبه‌های زیبایی‌شناختی و فلسفی

بسیاری از منجمان آماتور معروف و مشهور دنیا، و آنهایی که اکتشافات و ابداعات بسیار مهم علمی نامشان را در تاریخ نجوم جاودانه کرده، نیز بسیار به جنبه‌های زیبایی‌شناختی و فلسفی (و حتی معنوی) نجوم نظر داشته و دارند. هیچکدام از حوزه‌های علمی دیگر اینچنین دارای جنبه‌های زیبایی‌شناسانه و الهام‌بخش، تنوع بی‌نهایت، نمایش‌های باشکوه آسمانی، و ماجراجویی‌های ستایش‌آمیز نیست. و در اینجا، برخلاف دیگر حوزه‌های علم، فرصت داریم که نه تنها عالم را ببینیم و تجربه کنیم بلکه واقعاً تماس فیزیکی مستقیمی با آن برقرار کنیم؛ از طریق «ارتباط فوتونی»<sup>۳</sup>.

این عبارت را خود من در مقاله‌ای که در سال ۱۹۹۴ برای مجله‌ی *اسکای/اندتلسکوپ* نوشتم ابداع کردم. این عبارت حاوی این حقیقت است که نوری که به کمک آن ستاره‌ها، سحابی‌ها، و کهکشان‌ها را می‌بینیم از فوتون تشکیل شده است که ماهیتی عجیب و دوگانه دارد. فوتون‌ها طوری رفتار می‌کنند گویی هم ذره‌اند و هم موج یا، اگر دوست دارید، ذراتی که به صورت موجی حرکت می‌کنند. چیزی که زمانی درون آن جرم آسمانی بوده حرکت کرده و پس از سال‌ها و طی مسافت‌هایی عظیم وارد شبکه‌ی چشم شما شده است. شما در ارتباط مستقیم فیزیکی با جسمی قرار دارید که نگاهش می‌کنید! تعجبی نیست که سارا تیزدیل<sup>۴</sup>، شاعر، نیز در وصف ستاره‌ها چنین سروده است: «می‌دانم محترم شمرده شده‌ام که شاهد این همه عظمت هستم».

بسیاری اوقات منجمان آماتور را با عناوینی همچون «طبیعت‌شناسان شب»، «دروکنندگان نور ستاره‌ها»، «مسافران زمان»، «زائران ستاره‌ها»، و «شهروندان آسمان» خطاب قرار می‌دهند. می‌خواهم این کتاب را با ذکر افکار و تصورات معروف‌ترین منجمان آماتور و حرفه‌ای دنیا به پایان برسانم. اگر اجازه دهید که این بیانات به ذهن و قلب‌تان نفوذ کنند می‌توانید راه مناسب خودتان را برای رسیدن به ستاره‌ها پیدا کنید.

۱- James Muirden

۲- *The Amateur Astronomer's Handbook*

۳- Photon Connection

۴- Sarah Teasdale

«تلسکوپ ماشینی است که زندگی شما را تغییر می‌دهد.» ریچارد بری<sup>۱</sup>

«بیایید اختر فیزیک را فراموش کنیم و فقط از مناظر لذت ببریم.» والتر اسکات هیوستون<sup>۲</sup>

«من منجم شدم نه برای این که حقایق را درباره‌ی آسمان یاد بگیرم بلکه برای این که عظمتش را حس کنم.» دیوید لوی

«من رصد می‌کنم پس هستم.» تادئوس باناخینویچ<sup>۳</sup>

«برای من، نجوم یعنی یادگیری درباره‌ی عالم با نگاه کردن به آن.» دانیل ویدمن<sup>۴</sup>

«نجوم نمونه‌ای از فعالیت‌های رهبانی است؛ غذایی برای آرامش روح و تقویت معنویت.» پُل کوتو<sup>۵</sup>

«هدف اصلی همه‌ی دانش‌ها عظمت بخشیدن و زلال کردن روح، پُر کردن ذهن با تفکرات باشکوه، و فراهم آوردن لذتی پاک است.» ادوارد اِورت<sup>۶</sup>

«ارزش واقعی هر تلسکوپ به این است که چند نفر با آن به عالم نگریسته‌اند.» جان دابسون

«جاذبه‌ی رصد ستاره‌ها هم عقلانی و هم زیبایی‌شناسانه است؛ این کار هیجان کاوش و اکتشاف را با سرگرمی تماشای مناظر، و لذت محض آشنایی دست‌اول با چیزهای زیبا و شگفت‌آور را با هم ترکیب می‌کند.» رابرت برنهم، پسر<sup>۷</sup>

«من ترجیح می‌دهم از سرما یخ بزنم یا با پشه‌ها سروکله بزنم تا این که نجوم را پشت کامپیوتر تجربه کنم.» بن فانک<sup>۸</sup>

«اگر قرار بود نسخه‌ای برای کم کردن دست‌کم بخشی از بدبختی‌های دست‌ساز بشر می‌نوشتیم، چنین بود: "مقدار کمی از نور ستاره‌ها، شب‌ها پیش از خواب!"» لسلی پلتیه

«این ابزارهای فناورانه که بازار را پُر کرده، روح معنای واقعی نجوم خلاق - یعنی حس رویارویی نزدیک و شخصی با عالم - را نابود می‌کند.» خورخه سِریتوس<sup>۹</sup>

«آسمان متعلق به همه‌ی ماست؛ باشکوه و رایگان.» دבורا بیرد<sup>۱۰</sup>

«ما موجوداتی نیازمند و غرق در خودیم که گزینه‌مان بقا و تکثیر است. هر زمان که بتوانیم بر ژن‌های مان برتری بیابیم ارزشمند است و آسمان شب دروازه‌ای است برای این برتری.» پیتِر لِشاک<sup>۱۱</sup>

۱- Richard Berry

۲- Walter Scott Houston

۳- Thaddeus Banachiewicz

۴- Daniel Weedman

۵- Paul Couteau

۶- Edward Everett

۷- Robert Burnham, Jr

۸- Ben Funk

۹- Jorge Cerritos

۱۰- Deborah Byrd

۱۱- Peter Leschak



«برای من، تماشا با تلسکوپ تجربه‌ای زیباست؛ سفری شخصی به فضا و زمان.» ترنس دیکینسون<sup>۱</sup>

«آیا عبادت و تفکر در سکوت ماهیت واقعی رصد آسمان نیست؟» دیوید لوی

«بشر، غوطه‌ور در عالمی که کرانه‌هایش حتی در تصور او نمی‌گنجند، تمام انرژی خود را صرف جدال با هم‌نوعانش بر سر مسائلی می‌کند که نگاهی درون این تلسکوپ به کل ناچیزشان می‌سازد.» توضیحی روی تلسکوپ ۲۰۰ اینچی هیل در رصدخانه‌ی پالومار

«چطور ممکن است کسی این مناظر را فراموش کند؛ هزاران ستاره با هزاران رنگ...؟» والتر اسکات هیوستون

«رصد با تلسکوپ، ۵۰ درصد تماشا و ۵۰ درصد تخیل است.» چت رایمو

«شبی زیر ستاره‌ها... گزش حشرات، شب‌های ابری، گیجی‌های روز بعد، و یک‌عالمه ناکامی‌های دیگر را به ارمان می‌آورد به همراه لحظات ارزشمندی از زیبایی والا!» ریچارد بری

«شایسته است که همه‌ی کهکشان‌ها - و دیگر شگفتی‌های آسمانی! - را دست کم ۱۵ دقیقه‌ی کامل تماشا کنید.» مایکل کاوینگتون<sup>۲</sup>

«تصادفی نیست که تلسکوپ را به هر سو که نشانه می‌رویم زیبایی می‌بینیم.» آرام. جونز<sup>۳</sup>

«باید تصویری را که در چشمی تلسکوپ می‌بینید به‌خوبی بررسی کنید تا واقعاً دریابید که چه می‌بینید. نگاه سرسری و سریع رفتن به سراغ جرم بعدی مثل این است که از رمانی بزرگ فقط چند خط آن را بخوانید.» جورج آتامیان<sup>۴</sup>

«ما منجمان همیشه می‌توانیم از آشوب و بلوای اطراف‌مان به انزوای خلوتگاه مقدس خود، یعنی آسمان، پناه ببریم.» مکس اِریش<sup>۵</sup>

«آسمان شب بهترین وسیله‌ی فراری است که می‌شناسم. کافی است در شبی صاف و تاریک چشم به ستاره‌ها بدوزید تا بار دنیا از روی شانه‌های‌تان برداشته شود.» ویکتور کارانو<sup>۶</sup>

«آنچه نیاز داریم تلسکوپی بزرگ در هر روستا و دهکده است و کسی که بتواند شکوه عالم را به مردم نشان دهد.» گراهام لافتس<sup>۷</sup>

«لذت‌های نجوم آماتوری عمیقاً شخصی‌اند. حس تنها بودن در عالم در شبی ستاره‌باران، سفر بر بال

۱- Terence Dickinson

۲- Michael Cavington

۳- R.M. Jones

۴- George Atamian

۵- Max Ehrlich

۶- Victor Carrano

۷- Graham Loftus



شیشه‌های صیقل خورده، پرواز از نقطه‌ای میلیون‌ها سال نوری دورتر تا نقطه‌ای میلیاردها سال نوری دورتر در عرض چند ثانیه ... لذت‌بخش است.»<sup>۱</sup> تام لورنزین

«هیچ‌کس دیگر در گنبد سرد نمی‌نشیند (نه در رصدخانه‌ی پالومار و نه هیچ رصدخانه‌ی حرفه‌ای دیگری)؛ هر روز از آسمان دورتر و دورتر می‌شویم. فقط در اتاق‌های کنترل می‌نشینیم و چشم به مانیتورها می‌دوزیم.» چارلز کوال<sup>۲</sup>

«چیزی زیبا و هیجان‌انگیز درباره‌ی فوتون‌های باستانی، که از میان عدسی‌ها و آینه‌ها به سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای چشم من می‌رسند، وجود دارد؛ همین فوتون‌هایی که حالا با شبکه‌ی چشم من تماس دارند میلیون‌ها سال پیش جرم آسمانی را ترک کرده‌اند.» رندال ولر<sup>۳</sup>

«ما از آشنایی با ستاره‌ها لذت می‌بریم. ما در میان هزاران نفری هستیم که ستاره‌ها را دوستان قدیمی خود می‌دانیم که می‌توانیم هر زمان برای فرار از مشکلات روزمره‌ی زندگی و تازه کردن ذهن به آن‌ها مراجعه کنیم.» هیوبرت برنهارد، دوروتی بنت، و هیو رایس<sup>۴</sup>

«چطور می‌توانم عشق رازآلودم به عالم و اشتیاقم را به برقراری ارتباط با آن بیان کنم؟ خیره شدن به ابتدای هر چیز؛ دوباره جوان می‌شویم؛ کودک درون‌مان رها می‌شود.» ران لوانز<sup>۵</sup>

«بر این باورم که با نگاه کردن به ستاره‌ها نیازهای عمیق روانی و روحی خودمان را برآورده می‌کنیم.» پدر روحانی اتو روزه پیچووسکی<sup>۶</sup>

«سپری کردن یک یا دو ساعت در تاریکی شب و تعمق در اعماق پُرستاره‌ی فضا بسیار برای روح تقویت‌کننده است. آن‌چنان از بقیه‌ی دنیا جدا می‌شوید که فقط وقتی بازگردید متوجه می‌شوید؛ وقتی با دستانی پُر از شگفتی‌های دوردست بازگردید که بیشتر مردم حتی تصور هم نمی‌کنند.» آلن مک‌رابرت<sup>۷</sup>

«به نظر می‌رسد عالم مایل است همواره ما را در حالتی از بهت و حیرت نگه دارد.» کی.سی. کول<sup>۸</sup>

«دیگر نمی‌توانم به راه شیری نگاه کنم بدون این‌که فکر کنم فرستادگان فضایی از کدام‌یک از آن ابرهای ستاره‌ای می‌آیند؟» سر آرتور سی. کلارک<sup>۹</sup>

۱- Tom Lorenzin

۲- Charles Kowal

۳- Randall Wehler

۴- Hubert Bernhard, Dorothy Bennett, and

Hugh Rice

۵- Ron Evans

۶- Fr. Otto Rushe Piechowski

۷- Alen MacRobert

۸- K.C. Cole

۹- Sir Arthur C. Clarke



## محدوده‌های قدر و تفکیک در تلسکوپ‌ها

در جدول صفحه‌های بعد محدوده‌های قدر و توان تفکیک را در اندازه‌های معمول تلسکوپ‌های امروزی می‌بینید. اندازه‌ی دهانه‌ی این تلسکوپ‌ها از ۲ تا ۱۴ اینچ است. (تلسکوپ ۲/۴ اینچی همان شکستی ۶۰ میلی‌متری یا ۶ سانتی‌متری است که ظاهراً بیش از هر تلسکوپی در جهان موجود است!)

مقادیری که برای کمترین قدر مرئی داده شده برای ستاره‌های تک و بسیار تقریبی است، چراکه ممکن است رصدگرانی با چشمان تربیت‌شده در شرایط رصدی عالی تا یک قدر کم‌نورتر را هم ببینند. دیدن همدم کم‌نورتر ستاره‌های دوتایی با قدری خاص مشکل‌تر از دیدن ستاره‌ای تک با همان قدر است وقتی به‌تنهایی در میدان دید قرار بگیرد. در میان عوامل متعدد مؤثر بر دیدن یا ندیدن یک جرم آسمانی می‌توان به این موارد اشاره کرد، آلودگی نوری، شرایط آسمان، کیفیت ابزارها، اندود آینه و عدسی، طراحی چشمی، رنگ (رده‌ی طیفی) ستاره، و حتی سنّ رصدگر.

برای توان تفکیک سه مقدار در واحد ثانیه‌ی قوس ارایه شده که برای دو ستاره با روشنایی یکسان و از قدر تقریباً ۶ است. این ارقام به‌طرزی قابل‌توجه برای جفت‌های روشن‌تر، کم‌نورتر، و به‌ویژه نایکسان تفاوت می‌کند. DAWES مقداری براساس حدّ داوز ( $R = 4.65/A$ )، و RAYLEIGH بر اساس مقیاس ریلی ( $R = 5.5/D$ )، و MARKOWITZ براساس حدّ مارکوویتز ( $R = 6.0/D$ ) است. توجه داشته باشید که در این معادلات «A» (برای گشودگی دهانه) و «D» (برای قطر) یک مقدارند.

MARKOWITZ	RAYLEIGH	DAWES	قدر	اندازه (اینج)
۳/۰۰	۲/۷۵	۲/۲۸	۱۰/۳	۲/۰
۲/۵۰	۲/۲۹	۱/۹۰	-	۲/۴
۲/۰۰	۱/۸۳	۱/۵۲	۱۱/۲	۳/۰
۱/۷۱	۱/۵۷	۱/۳۰	-	۳/۵
۱/۵۰	۱/۳۸	۱/۱۴	۱۱/۸	۴/۰
۱/۳۳	۱/۲۲	۱/۰۱	-	۴/۵
۱/۲۰	۱/۱۰	۰/۹۱	-	۵/۰
۱/۰۰	۰/۹۲	۰/۷۶	۱۲/۷	۶/۰
۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۶۵	-	۷/۰
۰/۷۵	۰/۶۹	۰/۵۷	۱۳/۳	۸/۰
۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۴۶	۱۳/۸	۱۰/۰
۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۲	-	۱۱/۰
۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۳۸	-	۱۲/۰
۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۳۶	۱۴/۳	۱۲/۵
۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۳۵	-	۱۳/۰
۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۳۳	۱۴/۵	۱۴/۰



## اسامی صورت‌های فلکی

جدول زیر فهرست ۸۸ صورت فلکی آسمان بر اساس استاندارد انجمن بین‌المللی نجوم است. در جدول نام رایج، معادل فارسی، معادل انگلیسی (به همراه علامت اختصاری)، و رتبه‌ی بزرگی هر صورت فلکی را از نظر واحد درجه‌ی مربع می‌بینید.

رتبه‌ی اندازه	معادل انگلیسی	معادل فارسی	نام رایج
۶۳	Ara (ARA)	—	آتشدان (مجمره)
۷۹	Chamaeleon (CHA)	—	آفتاب پرست
۱۹	Andromeda (AND)	زن به زنجیر بسته	آندرومدا (امراة المسلسله)
۲۱	Auriga (AUR)	—	ارابه‌ران
۱۲	Leo (LEO)	شیر	آسد
۶۴	Leo Minor (LMI)	شیر کوچک	آسد اصغر
۸۱	Caelum (CAE)	قلم سنگتراش	اسکینه (قلم)
۸۰	Corona Australis (CRA)	تاج جنوبی	اکلیل جنوبی
۷۳	Corona Borealis (CRB)	تاج شمالی، کاسه‌ی درویشان	اکلیل شمالی
۳۲	Vela (VEL)	—	بادبان (شرع)

برساوش	-	Perseus (PER)	۲۴
پاره‌اسب (قطعة الفرس)	-	Equuleus (EQU)	۸۷
پرگار	-	Circinus (CIR)	۸۵
تار بست	-	Reticulum (RET)	۸۲
تازی‌ها	سگان شکاری	Canes Venatici (CVN)	۳۸
تکشاخ	-	Monoceros (MON)	۳۵
تلسکوپ	-	Telescopium (TEL)	۵۷
تلمبه	-	Antila (ANT)	۶۲
تَنین (ازدها)	-	Draco (DRA)	۸
توکان	-	Tucana (TUC)	۴۸
تُن	هشت‌پیک	Octans (OCT)	۵۰
ثور	گاو	Taurus (TAU)	۱۷
جائی	بر زانو نشسته	Hercules (HER)	۵
جام (باطیه)	-	Crater (CRT)	۵۳
جبار	شکارچی	Orion (ORI)	۲۶
جدی	بُرماهی	Capricornus (CAP)	۴۰
حجار	سنگتراش	Sculptor (SCL)	۳۶
شاه‌تخته (حمل)	-	Carina (CAR)	۳۴
حمل	بره‌قوچ	Aries (ARI)	۳۹
حوت	ماهی	Pisces (PSC)	۱۴
حوت جنوبی	ماهی جنوبی	Piscis Austrinus (PSA)	۶۰
خرگوش (آرنَب)	-	Lepus (LEP)	۵۱
خطاکش	-	Norma (NOR)	۷۴
دب‌اصغر	خرس کوچک	Ursa Minor (UMI)	۵۶
دب‌اکبر	خرس بزرگ	Ursa Major (UMA)	۳
دجاجة	ماکیان، قو	Cygnus (CYG)	۱۶
دُرنا	-	Grus (GRU)	۴۵
دلفین	-	Delphinus (DEL)	۶۹



دلو	آبریز	Aquarius (AQR)	۱۰
دویکر (جوزا)	-	Gemini (GEM)	۳۰
ذات‌الکرسی	خداوند کرسی	Cassiopeia (CAS)	۲۵
روباhek	-	Vulpecula (VUL)	۵۵
زرافه	-	Camelopardalis (CAM)	۱۸
ساعت	-	Horologium (HOR)	۵۸
سپر	-	Scutum (SCT)	۸۴
سرطان	خرچنگ	Cancer (CNC)	۳۱
سُدس (سیکستانت)	-	Sextans (SEX)	۴۷
سنبله	دوشیزه، خوشه	Virgo (VIR)	۲
سوسمار (چلیاسه)	-	Lacerta (LAC)	۶۸
سه‌پایه	سه‌پایه‌ی نقاشی	Pictor (PIC)	۵۹
سهم (تیر)	-	Sagitta (SGE)	۸۶
سیاه‌گوش (وَسَق)	-	Lynx (LYN)	۲۸
شجاع	نرمار	Hydra (HYA)	۱
شلیاق	چنگ رومی	Lyra (LYR)	۵۲
صلیب جنوبی	چلیا	Crux (CRU)	۸۸
طاووس	-	Pavo (PAV)	۴۴
عقاب	-	Aquila (AQL)	۲۲
عقرب	کژدم	Scorpius (SCO)	۳۳
عوا	گاوران	Bootes (BOO)	۱۳
فَرَس اعظم (فَرَس)	اسب بالدار	Pegasus (PEG)	۷
فُقنوس	عُنقا	Phoenix (PHE)	۳۷
قطب‌نما	-	Pyxis (PYX)	۶۵
قنطورس	-	Centaurus (CEN)	۹
قوس	کمان، نیم‌اسب، رامی	Sagittarius (SGR)	۱۵
قَیْطس	نهنگ	Cetus (CET)	۴
قیفاووس	-	Cepheus (CEP)	۲۷

کیوتر	-	Columba (COL)	۵۴
کشتی دُم	-	Puppis (PUP)	۲۰
کلاغ (عُراب)	-	Corvus (CRV)	۷۰
کلب اصغر	سگ کوچک	Canis Minor (CMI)	۷۱
کلب اکبر	سگ بزرگ	Canis Major (CMA)	۴۳
کوره	-	Fornax (FOR)	۴۱
کوه میز	-	Mensa (MEN)	۷۵
گرگ	-	Lupus (LUP)	۴۶
گیسوان برنیکه (گیسو)	-	Coma Berenices (COM)	۴۲
مار (حیّه)	-	Serpens (SER)	۲۳
مار آبی	-	Hydrus (HYI)	۶۱
مار افسای (حوا)	مار به دوش	Ophiuchus (OPH)	۱۱
ماهی پرنده	-	Volans (VOL)	۷۶
ماهی طلایی	-	Dorado (DOR)	۷
مثلث	-	Triangulum (TRI)	۷۸
مثلث جنوبی	-	Triangulum Australe (TRA)	۸۳
مرغ بهشتی	-	Apus (APS)	۶۷
مگس	-	Musca (MUS)	۷۷
میزان (ترازو)	-	Libra (LIB)	۲۹
میکروسکوپ	-	Microscopium (MIC)	۶۶
نهر	رود	Eridanus (ERI)	۶
سرخپوست (هندی)	-	Indus (IND)	۴۹



## فهرست ویژه‌ی اجرام آسمانی

فهرست زیر مجموعه‌ی ۳۰۰ جواهر آسمانی برای رصد و کاوش با تلسکوپ‌های ۲ تا ۱۴ اینچی است. تقریباً همه‌ی آن‌ها را با کوچک‌ترین تلسکوپ‌ها، و بسیاری را حتی با دوربین دوچشمی، می‌توانید ببینید. فهرست به ترتیب حروف الفبا بر اساس صورت فلکی میزبان اجرام مرتب شده و برای هر جرم شرح مختصری ارائه شده است. منبع این فهرست نقشه‌ی آسمان ۲۰۰۰٪ و فهرست ستاره‌های دوتایی واشنگتن بوده است.

بعد به ساعت و دقیقه و میل به درجه و دقیقه بر اساس داده‌های استاندارد جاری داده شده‌اند. دیگر عناوین جدول عبارت‌هاند از، نوع جرم<sup>۱</sup>، قدر بصری ظاهری، و اندازه یا جدایی زاویه‌ای به ثانیه‌ی قوس. (زاویه‌ی موقعیت ستاره‌های دوتایی گفته نشده است، به سبب سردرگمی ناشی از استفاده‌ی متداول چُفُی در تلسکوپ‌های شکستی و ترکیبی که تصویر وارونه‌ی جانبی از جرم ارائه می‌دهند. علاقه‌مندی که مایل‌اند آخرین مقادیر این کمیت را داشته باشند می‌توانند به فهرست آن‌لاین ستاره‌های دوتایی رصدخانه‌ی نیروی دریایی ایالات متحده در واشنگتن به نشانی <http://ad.usno.navy.mil/wds> مراجعه کنند.) فاصله‌ی تقریبی جرم به سال نوری نیز در بیشتر موارد در انتهای توضیحات ذکر شده است. ستاره‌های دوتایی و چندتایی این فهرست را پُر کرده‌اند، یکی به علت فراوانی آن‌ها در آسمان و دیگر به علت این که حتی در شب‌های نامناسب هم به خوبی دیده می‌شوند. این فهرست تا میل ۴۵- درجه، آن سه چهارم آسمان که از عرض‌های جغرافیایی شمالی میانه دیده می‌شود، را پوشش می‌دهد. (دو جرم آسمانی که باید حتماً دیده شوند پایین‌تر از این میل قرار دارند.)

۱- راهنمای جدول: س= ستاره‌های تکی قدر اول/با رنگ مشخص/متغیر؛ س د= ستاره‌های دوتایی یا چندتایی؛ ص= صورت‌واره‌ها یا اجتماعات ستاره‌ای؛ خ ب= خوشه‌ی باز؛ خ گ= خوشه‌ی کروی؛ س ن= سحابی نشری؛ س سی= سحابی سیاره‌نما؛ پ ا= بازمانده‌ی ابرنواختر؛ ک= کهکشان.

گاما-آندرومدا	۰۲ ۰۴	+۴۲ ۲۰	سد	۵/۲، ۵/۳	۱۰ <sup>۰۰</sup>	عناق الارض، ستاره‌ی دوتایی زینا و درخشان تاریخی و آبی. همدم B ستاره‌ی دوتایی نزدیک آبی و سبز در تلسکوپ‌های ۸ اینچی و بالاتر است. (۳۰۰ سال نوری)
۵۹-آندرومدا	۰۲ ۱۱	+۳۹ ۰۲	سد	۶/۸، ۶/۱	۱۷ <sup>۰۰</sup>	دوتایی آبی سفید
۵۶-آندرومدا	۰۱ ۵۶	+۳۷ ۱۵	سد	۵/۹، ۵/۷	۱۹۰ <sup>۰۰</sup>	جفت طلایی دور از هم، در لبه‌ی جنوب غربی خوشه‌ی ستاره‌ای ۷۵۲ NGC (۳۶۰ سال نوری)
۷۵۲-آندرومدا	۰۱ ۵۸	+۳۷ ۵۰	غیب	۵/۷	۵۰'	گروهی بزرگ و وسیع از ۶۰ ستاره (۱۲۰۰ سال نوری)
M۳۱				۳/۵		
M۳۲	۰۰ ۴۳	+۴۱ ۱۶	ک	۸/۲	۸۴۶۰ ۱۷۸۴۶۳۱ ۱۷۸۱۰۰	کوچکشان آندرومدا و همراهانش، هسته، صفحه، بازوهای مارپیچی غبارآلود، همه واضح‌اند. نمایی شگفت‌انگیز در دوربین دوچشمی! (۲۴۰۰۰۰ سال نوری)
M۱۱۰، آندرومدا				۸/۰		
۷۶۶۲-آندرومدا	۲۳ ۲۶	+۴۲ ۳۳		۸/۵	۳۲ <sup>۰۰</sup> ۲۸ <sup>۰۰</sup>	گل‌دلفینی آبی، تجمیع کوچک اما جذاب کیهانی! (۵۶۰۰ سال نوری)
۸۹۱-آندرومدا	۰۲ ۲۳	+۴۲ ۴۲	ک	۱۰/۰	۱۱' ۲۲"	کهکشانی کم‌نور و با نوارهای غبارآلود که از لبه دیده می‌شود. (۱۳ میلیون سال نوری)
آلفا-آر.آر.ان	۰۵ ۱۷	+۴۶ ۰۰	س	۰/۰۸	-	عتیق، خورشید زرد-صورتی درخشان! (۴۲ سال نوری)
بتا-آر.آر.ان	۰۶ ۰۰	+۳۷ ۱۳	سد	۷/۱، ۶/۶	۳ <sup>۰۰</sup>	دوتایی نزدیک به هم با اختلاف قدر آشکار برای شب‌های پایدار. به رنگ‌های پاستی و زرد (۱۱۰ سال نوری)
۱۴-آر.آر.ان	۰۵ ۱۵	+۳۲ ۴۱	سد	۵/۱	۱۵ <sup>۰۰</sup>	دوتایی با همدم متغیر

U-اربدان	۰۶ ۳۶	+۳۸ ۲۷	س	۶/۵-۵/۳	-
M۳۶ / اربدان	۰۵ ۳۶	+۳۴ ۰۸	خُب	۶/۱۰	۱۲۱
M۳۷ / اربدان	۰۵ ۵۲	+۳۲ ۳۳	خُب	۵/۶	۲۴۱
M۳۸ / اربدان	۰۵ ۲۹	+۳۵ ۵۰	خُب	۶/۴	۲۱۲
اِپسِلون-حسب بالدار	۲۱ ۴۴	+۰۹ ۵۲	سَد	۸/۵، ۶/۴	۱۴۳ <sup>۳</sup>
M۱۵ / اسب بالدار	۲۱ ۳۰	+۱۲ ۱۰	خُک	۶/۴	۱۲۱
NGC ۷۳۳۱ / اسب بالدار	۲۲ ۳۷	+۳۴ ۲۵	ک	۹/۵	۱۱۴۴ <sup>۲</sup>
آلفا-آند	۱۰ ۰۸	+۱۱ ۵۸	سَد	۷/۷، ۶/۴	۱۷۷ <sup>۳</sup>
گاما-آند	۱۰ ۲۰	+۱۹ ۵۱	سَد	۳/۵، ۲/۲	۴ <sup>۳</sup>
دلتا-اسد	۱۰ ۵۶	+۲۴ ۴۵	سَد	۶/۳، ۴/۵	۶ <sup>۳</sup>
R-اسد	۰۹ ۴۸	+۱۱ ۲۶	س	۱۰/۵-۴/۴	-
M۴۵				۹/۳	۱۰۴۳ <sup>۲</sup>
M۴۶	۱۱ ۱۹	+۱۳ ۰۵	ک	۹/۱۰	۸۴۳ <sup>۲</sup>
اسد / NGC ۳۶۲۸				۹/۵	۱۵۴۴ <sup>۲</sup>

زیبا به رنگ قرمز

خوشه‌ی زیبایی از حدود ۴۰ ستاره (۴۰۰۰ سال نوری)

جمعه‌چولم‌ی پُر ستاره و مظلم، بهترین در اربدان (۴۵۰۰ سال نوری)

حدود صد ستاره در خوشه‌ای به شکل صلیب مورب (۴۰۰۰ سال نوری)

ستاره‌های زرد و بنفش (۷۸۰۰ سال نوری)

خوشه‌ی ستاره‌ای غنی با هسته‌ای فشرده (۳۴۰۰۰ سال نوری)

کهکشان مارپیچی بزرگ و درخشان و تقریباً از لبه (۵۰ میلیون سال نوری)

ستاره‌های قلب‌الاسد/آیندگیو، جفتی با اختلاف قدر آشکار به رنگ‌های آبی و سفید (۷۸۱ سال نوری)

ستاره‌ی جبهه، خورشیدهای درخشان طلایی، از بهترین ستاره‌های دوتایی در آسمان با تناوب ۴۲۰ سال (۱۷۰ سال نوری)

جفت دوست‌دانشی و کمتر شناخته‌شده‌ی آبی-سفید و سبز-سفید (۱۵۰ سال نوری)

ستاره‌ی متغیر لیپه طی دوران، رنگ‌های سرخ تا نارنجی را دارد (۶۰۰ سال نوری)

سه‌تایی آند مجموعه‌ای ستایی از کهکشان‌های مارپیچی درخشان درون یک میلان دید وسیع، متوالی شکفت‌آور (۲۰۰ میلیون سال نوری)



M۹۵	۹/۷	۷/۴۵'
M۹۶	۹/۲	۷/۴۵'
M۱۰۵ / اسد	۹/۳	۴/۴۲'
NGC ۲۹۰۳ / اسد	۸/۹	۱۳/۴۷'
گاما-اکیل جنوبی	۵/۱ ۴/۸	۱/۳''
زتا-اکیل شمالی	۶/۱ ۵/۱	۶''
سیگما-اکیل شمالی	۶/۴ ۵/۵	۷''
گاما-بادبان	۴/۳ ۴/۸	۴۱''
NGC ۳۱۳۲ / بادبان	۸/۲	۸۳''x۵۳''
اِتا-برسلاوش	۸/۵ ۵/۸	۲۸''
آلفا-برسلاوش / ایل ۲۰	۱/۲ ۴/۸	۱۸۵'
بتا-برسلاوش	۳/۱ ۳/۴	-
M۳۴ / برسلاوش	۵/۲	۳۵'
M۷۶ / برسلاوش	۱۱/۵	۱۴۰''x۷۰''

مجموعه‌ی سه‌تایی دیگری از کهکشان‌ها در یک میدان دید در اسد (۳۰ میلیون سال نوری)

یکی از بهترین کهکشان‌های آسمان که از دید مسیه پنهان ماند اما به‌آسانی پیدا می‌شود. (۳۰ میلیون سال نوری)

دو تایی زرد رنگ، ستاره‌ها مرتبط به هم به نظر می‌آیند. (۶۹ سال نوری)  
جفت زیبایی به رنگ‌های آبی سفید و سبز سفید

مانند جفت زناست اما با ستاره‌های زرد رنگ و با تناوب ۱۰۰۰ ساله  
یکی از زیباترین دو تایی‌های درخشان آبی در آسمان (۱۰۰۰ سال نوری)

سحابی سیاره‌ای هشت‌قوران. یکی از درخشان‌ترین‌ها در آسمان.  
سحابی بیضی‌شکل سفید با ستاره‌ای از قدر ۹ در مرکز و نشانه‌هایی از حلقه‌های چندتایی (۲۰۰۰ سال نوری)

جفتی با اختلاف قدر و رنگ آشکار، نارنجی و آبی (۸۹۰ سال نوری)  
اجتماع ستاره‌های مرئی / آلفا-برسلاوش، جرمی شکفت‌آور برای رصد با دوربین‌های دوچشمی (۶۰۰ سال نوری)

ستاره‌ی رأس العول / دیو ستاره‌ی گرقی برای چشم برهنه با تناوب ۲/۹ روز (۱۰۰۰ سال نوری)

منظره‌ای بسیار زیبا (۱۵۰۰ سال نوری)

سحابی دمل کوچک / بولانه، نمونه‌ی کوچک و کم‌نورتری از سحابی دمل در روباهک به رنگ سفید مرواریدی (۴۰۰۰ سال نوری)

NGC ۸۵۹ و	۰۲ ۱۹	+۵۷ ۰۹	خُب	۳/۵	۳۰۰
NGC ۸۸۴: برشوش			خُب	۳/۶	۳۰۰
اِسپلون=۱-پارناس	۲۰ ۵۹	+۰۴ ۱۸	سَد	۷/۱ ۵۵/۴	۱۰۳
لاندا=۲-پارناس	۲۱ ۰۲	+۰۷ ۱۱	سَد	۷/۳ ۵۷/۴	۳۳
الف-تازی‌ها	۱۲ ۵۶	+۳۸ ۱۹	سَد	۵/۵ ۵۶/۹	۲۰۳
Y-تازی‌ها	۱۲ ۴۵	+۴۵ ۲۶	س	۶/۰-۵/۵	-
تازی‌ها / M۳	۱۳ ۴۲	+۲۸ ۲۳	خُک	۶/۴	۱۶۱
تازی‌ها / M۵۱	۱۳ ۳۰	+۴۷ ۱۲	ک	۸/۴	۱۱۳۸۸
تازی‌ها / M۶۳	۱۳ ۱۶	+۴۲ ۰۲	ک	۸/۶	۱۲۳۸۸
تازی‌ها / M۹۴	۱۲ ۵۱	+۴۱ ۰۷	ک	۸/۲	۱۱۳۸۹
تازی‌ها / M۱۰۶	۱۲ ۱۹	+۴۷ ۱۸	ک	۸/۳	۱۸۳۸۸
تازی‌ها / NGC ۴۶۳۱	۱۲ ۴۲	+۳۲ ۳۲	ک	۹/۳	۱۵۳۳۱
بنا-تکناخ	۰۶ ۲۹	-۰۷ ۰۲	سَد	۵/۴ ۴۳/۷	۷" و ۱۰"
اِسپلون=۸-تکناخ	۰۶ ۲۴	+۰۴ ۳۶	سَد	۶/۵ ۴۴/۵	۱۳"
تکناخ / M۵۰	۰۷ ۰۳	-۰۸ ۲۰	خُب	۵/۹	۱۶۱

خوشی دوتایی، دو خوشی جنب و درخشان که با هم تداخل دارند. جنبه‌های جواهرات ستاره‌ای رنگی و چشمگیر. نمایی خارق‌العاده در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان دید باز در همه‌ی اندازه‌ها. مرتبط به هم، ۷۲۰۰۰ و ۷۵۰۰۰ سال نوری)

جفت ستاره‌های زردرنگ، ستاره‌ی اصلی دوتایی بصری نزدیک (۰.۳") است. (۲۰۰ سال نوری)

دوتایی‌های بسیار نزدیک به هم اما یکسان و جنب

الجدی، ستاره دوتایی جنب آبی سفید. یکی از بهترین‌ها (۱۳۰ سال نوری)

فانوس آنتین سرخ و نارنجی در میان ستاره‌ها (۴۰۰ سال نوری)

نخستین خوشی کروی درخشان فصل بهار (۳۵۰۰۰ سال نوری)

کهکشان گردانی راس، کهکشان بزرگی از روبه‌رو (۳۱ میلیون سال نوری)

کهکشان کل انقلاب‌گردان، کل بزرگ کیهانی (۳۵ میلیون سال نوری)

کهکشان مارپیچی کوچک و فشرده و درخشان (۲۲ میلیون سال نوری)

کهکشان مارپیچی درخشان و بزرگ برای تلسکوپ‌های کوچک (۳۲ میلیون سال نوری)

کهکشان پهنک کوهان‌دار، مارپیچی بزرگی از لبه (۳۹ میلیون سال نوری)  
ستاره‌ی شگفت‌انگیز هرشل، ستاره‌ی سمتایی جنب همه به رنگ آبی سفید که مثلث طیفی را می‌سازد. جابجایی مؤلفه‌های B و C از هم ۳ درجه است. (۷۰۰ سال نوری)

جفت زیبای آبی و طلایی در زمین‌ی بُرستاره‌ی راه شیری  
جعبه‌ی جواهری زیبا از دست‌کم ۱۰۰ ستاره. (۲۹۰۰ سال نوری)

۱۲-تکشاخ/						خوشه و سحابی ژلت، سحابی عظیم و کم‌نور حلقه‌شکل که دور تادور خوشه‌های نامنظم از ستاره‌های تازه‌متولدیده را فرا گرفته است. در مرکز این خوشه ستاره‌های زرد رنگ قرار دارد. (۲۶۰۰ سال نوری)
NGC ۲۲۲۴	۰.۶ ۳۲	+۰۰۴ ۵۲	خ‌ب	۴/۸	۲۴'	
۲۲۲۷-NGC-۹			سن	-	۸۰'×۶۰'	
NGC ۲۲۲۶						
۱۵-S-تکشاخ	۰.۶ ۳۱	+۰۰۹ ۵۳	خ‌ب	۳/۹	۲۰'	خوشه‌ی درخت کریسمس، خوشه‌ای بزرگ و درخشان با بیش از ۴۰ ستاره که به شکل درخت کاجی کلها در آسمان می‌درخشند. (۲۶۰۰ سال نوری)
NGC ۲۲۲۴						سحابی متغیر هابل، سحابی کوچک و دنباله‌دارمانندی که به‌سبب تبدیل ستاره‌ی متغیر درونش اندازه و شکل و روشنایی آن تغییر می‌کند. (۲۶۰۰ سال نوری)
تکشاخ-R	۰.۶ ۳۹	+۰۰۸ ۴۴	سن	-	۲'×۱۱'	
NGC ۲۲۲۱						
U-ارلمیه	۱۰ ۳۵	-۳۹ ۳۴	سن	۴/۸-۵/۴	-	ستاره‌ی کرینی سرخ‌چناب، به‌سبب ارتفاع کم از افق نسبتاً کم رصد شده. دوتایی همانند زرد رنگ با تناوب ۴۸۰ سال (۸۲ سال نوری)
مو-تینین (ازدها)	۱۷ ۰۵	+۵۴ ۲۸	سن	۵/۷ ۵/۷	۲"	دوتایی همانند دیگری اما درخشان‌تر و با چنابی بسیار بیشتر از مو-اردها. هر دو به رنگ سفید. چناب در دوربین دوچشمی (۱۲۰ سال نوری)
نو-تینین	۱۷ ۳۲	+۵۵ ۱۱	سن	۴/۹ ۴/۹	۴۲"	چفت زینایی به رنگ‌های پاستی و زرد. آسان برای تلسکوپ‌های کوچک
پسی-تینین	۱۷ ۴۲	+۷۲ ۰۹	سن	۴/۱ ۴/۹	۳۰"	مظلومه‌ی ستاره‌ای ستاره‌ای زینایی شبیه موعوا اما خود ستاره‌ی اصلی دوتایی است، همگی سفیدرنگ‌اند.
۱۷/۱۶-تینین	۱۶ ۳۶	+۵۲ ۵۵	سن	۴/۴ ۵/۳ ۵/۵	۹۰"×۳۳"	
۴۱/۴۰-تینین	۱۸ ۰۰	+۸۰ ۰۰	سن	۴/۱ ۵/۷	۱۹"	چفت زرد کم‌رنگ با ستاره‌ای از قدر ۷/۵ در نزدیکی آن
۱۲-تینین RY	۱۲ ۵۶	+۶۶ ۰۰	سن	۷/۳-۶/۸	-	یاقوتی درخشان!

UX-تینین	۱۹ ۲۲	+۷۶ ۳۴	س	۷/۱-۵/۹	-
NGC ۶۵۴۳ تینین	۱۷ ۵۹	+۶۶ ۳۸		۸/۸	۲۳ <sup>۳۳</sup> ۱۴ <sup>۳۳</sup>
NGC ۵۹۰۷ تینین	۱۵ ۱۶	+۵۶ ۱۹	ک	۱۰/۳	۱۲۸۲ <sup>۲۲</sup>
۱۱۸-ثور	۰۵ ۲۹	+۲۵ ۰۹	س د	۶/۶ ۵/۸	۵ <sup>۳۳</sup>
آلفا-ثور	۰۴ ۳۶	+۱۶ ۳۱	س	۱/۰-۰/۸	-
۱/۲-ثور	۰۴ ۲۹	+۱۵ ۵۲	س د	۳/۸ ۵/۳	۳۲۷ <sup>۳۳</sup>
۲۵-ثور	۰۴ ۲۹	+۱۵ ۵۲	خ ب	۰/۵	۳۳۰ <sup>۱</sup>
M1-ثور	۰۵ ۳۴	+۲۲ ۰۱	ب ا	۸/۴	۶۴۴ <sup>۲۲</sup>
M۴۵-ثور	۰۳ ۴۷	+۲۴ ۰۷	خ ب	۱/۲	۱۱۰ <sup>۱</sup>
NGC ۱۵۱۴-ثور	۰۴ ۰۹	+۳۰ ۴۷		۱۰/۹	۲ <sup>۱</sup>

### خورشیدی دیگر به رنگ سرخ درخشان

سحابی چشم گر به با طلوزن، سحابی تخم مرغ شکل آبی-سبز با ستاره‌ی قدر ۱۰ در مرکزش، یکی از بهترین سحابی‌های سیاره‌نما که همواره بالای افق است، (۳۵۰۰ سال نوری)

کهکشان تراشیده چوب مارپیچی بلند و باریکی از لبه (۲۵ میلیون سال نوری) جفتی زیبا به رنگ‌های آبی-سفید و آبی

نیزان، جواهر نارنجی-رنگ دوست‌داشتنی که در برابر خوشه‌ی قلاص می‌درخشد. (۶۵ سال نوری)

جفتی با فاصله در خوشه‌ی قلاص که با چشم برهنه و دوربین دوچشمی دیده می‌شود، به رنگ‌های زرد و سفید

خوشه‌ی قلاص، مجموعه‌ی ستاره‌ای عظیم، درخشان و چگانی به شکل حرف انگلیسی V که پُر است از جفت‌های ستاره‌ای و ستاره‌های رنگین، نمایی شگفت با چشم برهنه و دوربین دوچشمی (۱۵۰ سال نوری)

سحابی خرچنگ، بارمانده‌ی شهبور انفجار ابرنواختری سال ۱۰۵۳ میلادی با ستاره‌ی نوترونی-سیاهختری در مرکزش که با سرعت به دور خودش می‌گردد. این سحابی بیضی نامنظمی است که با نور کمرنگی می‌درخشد و لبه‌هایی ناصاف و رنگ‌رگ دارد. ستاره‌ی دوتایی نزدیک استرو-۷۲۲ (۷/۲، ۳/۸) هم در میدان دید در کنار این سحابی دیده می‌شود. (۶۳۰۰ سال نوری)

خوشه‌ی ستاره‌ای پروین، درخشان‌ترین، بهترین و شناخته‌شده‌ترین خوشه‌ی ستاره‌ای در کل آسمان شب! اجتماع ستاره‌ای درخشان از الماس‌های آبی-سفید نمایی شگفت با چشم برهنه، دوربین دوچشمی و تلسکوپ، منظره‌ای تکان‌دهنده! (۳۱۰ سال نوری)

سحابی دایره‌ای کم‌نوری که اطراف ستاره مرکزی از قدر ۹ را فرا گرفته است.



آلفا-جائی	۱۷ ۱۵	+۱۴ ۲۳	س د	۳/۹-۳/۱ ۵/۳	۵ <sup>۳۳</sup>	راس الجائی، جفت ستاره‌ی درخشان با رنگ‌های آشکار نارنجی و سبز آبی، ستاره‌ی اصلی ستاره‌های متغیر و نیمه‌متغیر و تپنده است. (۳۸۰ سال نوری)
دلتا-جائی	۱۷ ۱۵	+۲۴ ۵۰	س د	۸/۷ (۳/۱)	۱۳ <sup>۳۳</sup>	ستاره‌ی دوتایی بسیار ظریف و مشهور آینکی (نامربط)، سفید و بنفش (۹۴ سال نوری)
کاپا-جائی	۱۴ ۰۸	+۱۷ ۰۳	س د	۶/۵ (۵/۳)	۷۸ <sup>۳۳</sup>	جواهرات جذاب زرد و نارنجی‌رنگ
زتا-جائی	۱۶ ۴۱	+۳۱ ۳۶	س د	۵/۵ (۲/۹)	۰/۸ <sup>۳۳</sup>	دوتایی پُرسرعت هرشل با تناوب ۳۴ سال (۳۰ سال نوری)
رو-جائی	۱۷ ۲۴	+۳۷ ۰۹	س د	۵/۶ (۲/۶)	۴ <sup>۳۳</sup>	جفت‌ستاره‌ی درخشان و جذاب آبی و سبز
۹۵-جائی	۱۸ ۰۲	+۲۱ ۳۶	س د	۵/۱ (۵/۰)	۶ <sup>۳۳</sup>	جفت‌ستاره‌های دوست‌دائستی با رنگ‌های چلب سبز و قرمز (۳۸۰ سال نوری)
۱۰۰-جائی	۱۸ ۰۸	+۲۶ ۰۶	س د	۶/۰ (۵/۹)	۱۴ <sup>۳۳</sup>	جفت دیگری که از هم فاصله‌ی بیشتری دارند و رنگشان سفید کم‌سو است. کمتر شناخته شده است.
۱۱۳-جائی	۱۶ ۴۲	+۳۶ ۲۸	خ ک	۵/۹	۱۷ <sup>۳۳</sup>	خوشه‌ی جانی، یک کلدوی ستاره‌ای فوق‌العاده در دوربین‌های دوچشمی گوی می‌آلود است و در تلسکوپ‌های ۴ اینچی به بالا تک‌تکی می‌شود. (۲۴۰۰ سال نوری)
۸۹۲-جائی	۱۷ ۱۷	+۴۳ ۰۹	خ ک	۶/۵	۱۱ <sup>۳۳</sup>	خوشه‌ی در سایه که زیر سایه‌ی خوشه‌ی ۸۱۳ قرار دارد. با مرکب فشرده. (۲۶۰۰۰ سال نوری)
۶۲۱۰-جائی / NGC	۱۶ ۴۴	+۲۳ ۴۹		۹/۳	۲۰ <sup>۳۳</sup> ۱۶ <sup>۳۳</sup>	قرصی کوچک به رنگ آبی و بدون ویژگی خاص. برای نمای بهتر به بزرگ‌نمایی نیاز است. (۳۶۰۰ سال نوری)
۶۲۲۹-جائی / NGC	۱۶ ۴۷	+۴۷ ۳۲	خ ک	۹/۴	۴ <sup>۳۳</sup>	مدت‌ها با سحابی سیارنفا اشتباه گرفته می‌شد. (۹۰ هزار سال نوری)
آلفا-جبار	۰۵ ۵۵	+۰۷ ۲۴	س	۱/۳-۰/۴	-	یال‌جوزا، آب‌و‌عِل سرخ آتشین، جواهری درخشان (۵۲۰ سال نوری)



بتا-جبار	۰۵ ۱۴	-۰۸ ۱۲	س د	۶/۸، ۴/۱	۱۰ <sup>۳۳</sup>	رجل الجبار. ستاره‌ی ابرغول زینا و درخشان آبی-سفید. موفقه‌ی کم‌نورتر باعث اختلاف قدر بسیار چشمگیر شده است. (۷۷۰ سال نوری)
اِتا-جبار	۰۵ ۲۵	-۰۲ ۲۴	س د	۴۳/۳-۳/۱ ۳/۸	۱۵ <sup>۳۳</sup>	دوتایی درخشان و آبی نزدیک به هم. خود ستاره‌ی اصلی ستاره‌ی دوتایی کوفی با تنوب ۸ روز است. (۱۳۰۰ سال نوری)
لایدا-جبار	۰۵ ۳۵	+۰۹ ۵۶	س د	۵۵، ۴۳/۶	۴ <sup>۳۳</sup>	جفت ستاره‌ی آبی-سفید با ردی از رنگ بنفش (۹۰۰ سال نوری)
دلتا-جبار	۰۵ ۳۲	-۰۰ ۱۸	س د	۴۷/۱-۱/۹ ۶/۳	۵۳ <sup>۳۳</sup>	جفتی با فاصله از هم و با اختلاف قدر زیاد. ستاره‌ی اصلی متغیر کوفی است. دوتایی به رنگ‌های سبز-سفید و آبی کم‌رنگ یا بنفش. نمایی زینا در دوربین‌های دوچشمی (۱۴۰۰ سال نوری)
زتا-جبار	۰۵ ۴۱	-۰۱ ۵۷	س د	۴/۰، ۴/۱/۹	۲/۵ <sup>۳۳</sup>	دوتایی درخشان و نزدیکی به رنگ‌های آبی-سفید. سحابی شعله NGC ۲۰۲۴ هم در میدان دید است. (۱۳۰۰ سال نوری)
۲۳-جبار	۰۵ ۲۳	+۰۳ ۳۳	س د	۷/۱، ۵/۰	۳۳ <sup>۳۳</sup>	دوتایی آسان در رصد. هر دو ستاره به رنگ آبی-سفید
سیگما-جبار	۰۵ ۳۹	-۰۲ ۳۶	س د	۴/۰، ۴/۱۰۳ ۴/۵، ۴/۶	۴۳ <sup>۳۳</sup> ، ۴۱۳ <sup>۳۳</sup> ، ۴۱۱ <sup>۳۳</sup>	ستاره‌ی چندتایی زینا و رنگی در کنار ستاره‌ی سفتابی استروو-۷۶۱ <sup>۳۳</sup> ، همان‌که منظومه‌ی عظیم دوتایی دوتایی را می‌سازند! (۲۰۰۰ سال نوری)
یوتا-جبار	۰۵ ۳۵	-۰۵ ۵۵	س د	۶/۹، ۴/۸	۱۱ <sup>۳۳</sup>	جفت الماس مانند در کنار ستاره‌ی دوتایی استروو-۷۲۷ <sup>۳۳</sup> ، ۵/۷، ۳/۴ <sup>۳۳</sup> در یک میدان دید که منظومه‌ی عظیم دوتایی دوتایی را می‌سازند! (۲۰۰۰ سال نوری)
تا-۱-جبار	۰۵ ۳۵	-۰۵ ۲۳	س د	۴۷/۹، ۴/۴ ۶/۷، ۵/۱	۲۳ <sup>۳۳</sup> ، ۴۱۳ <sup>۳۳</sup> ، ۴۹ <sup>۳۳</sup>	منظومه‌ی ستاره‌ای چندتایی مشهور «دورزقه» در قلب سحابی جبار. نمایی شکست‌انگیز؛ همچون الماس‌هایی بر مخمل سیاه به همراه چندین همراه کم‌نورتر؛ یک خوشه‌ی ستاره‌ای واقعی در حال شکل‌گیری است! (۱۴۰۰ سال نوری)

۴۶×۶۰۰	سن	۹/۰ ۴/۰	-۰۵ ۲۳	۰۵ ۳۵	۴۳-۴۲ / M۴۳	جبار
۲۰×۱۰۰	سن					
۵۳	س د	۶/۶ ۵/۲	-۰۵ ۲۵	۰۵ ۳۵	۲-۲-جبار	
-	س	۷/۰-۶/۶	±۰۱ ۱۱	۰۵ ۰۵	۷-جبار	
-	س	۷/۰-۶/۳	±۱۴ ۴۳	۰۶ ۲۶	BL-جبار	
۸×۶۴	سن	۸/۰	±۰۰ ۰۳	۰۵ ۴۷	۴۷-۴۶ / M۴۸	جبار
۱۵۰۰	خ ب	۰/۴	-۰۱ ۰۰	۰۵ ۳۶	۷۰-۷۰ / COL	جبار
۳۸۰۰	س د	۴/۲ ۴۳/۶	-۱۲ ۳۳	۲۰ ۱۸	۲۱-جبار	
۲۰۵۰	س د	۶/۲ ۴۳/۴	-۱۴ ۲۷	۲۰ ۲۱	۲۱-جبار	
۲۳	س د	۶/۶ ۴۳/۱	-۱۸ ۳۵	۲۰ ۳۰	۴۱-جبار	
-	س	۸/۱-۴/۵	-۲۱ ۱۹	۲۰ ۱۷	RT-جبار	
۱۱۰	خ ک	۷/۵	-۲۳ ۱۱	۲۱ ۴۰	۴۰-۴۱ / M۴۰	جبار
-	س	۸/۸-۵/۹	-۲۳ ۲۴	۰۱ ۲۷	۲۷-۲۸ / R	جبار

سحابی جبار، بهترین سحابی نشری در آسمان و شاید باشکوه‌ترین شگفتی اعراق آسمان (البته به استثنای خود راه شیری). ابر خارق‌العاده‌ای پُر زنده‌شکل با بال‌ها و حلقه‌هایی که میدان دید را پُر می‌کنند. با رنگ‌های آبی‌نار و سفید سبز زمردی و آبی فیروزه‌ای و ردای کم‌رنگی از صورتی با الماس‌های خوشی دوزخه در قلبش که وصفش در کلام نمی‌گنجد! (۱۶۰۰ سال توری)

جفتی با فاصله به رنگ‌های آبی-سفید در سحابی جبار

تابش سرخ یاقوتی آن در شب‌های سرد زمستانی رصدگر را گرم می‌کند! یاقوتی دیگر، دوقلوی همسان W-جبار هم در رنگ و هم در روشنائی سحابی دنیالدارمانند با شکل عجیب با نو سارهای کم‌فروغ (۱۴۰۰ سال توری)

خوشه‌ی اسپلون-جبار: خوشه‌ی ستاره‌ای جناب دورناتور ستاره‌ی مرکزی کمربند جبار در نمای دوربین دوچشمی و تلسکوپ

ستاره‌ی دوتایی برای چشم برهنه و دوربین دوچشمی، به رنگ نارنجی با مؤلفه‌های کم‌رور، با جلای‌های ۷" و ۴۳" منظومه‌های دوتایی دوتایی می‌سازند. ستاره‌هایی ارتباطاً به هم‌اند. (۱۱۰ و ۷۰۰ سال توری)!

دوتایی با فاصله در دوربین دوچشمی، به رنگ‌های نارنجی-زرد و آبی آسمانی (۵۶۰ سال توری)

دوتایی نزدیک آبی-سفید در تلسکوپ‌های کوچک  
جواهری دوست‌داشتنی با تدریج گرم

خوشه‌ای پُرستاره به رنگ سفید کم‌فروغ (۴۰ هزار سال توری)  
جواهری تبند به رنگ قرمز سر، یکی از سرخ‌ترین ستاره‌های آسمان

NGC ۵۵ / حجار	۰۰ ۱۵	-۳۹ ۱۱	ک	۷/۹	۳۲x۶۱	کهکشانی عظیم و رنگرنگ که از لبه دیده می‌شود و طولی ۵۰ درجه است. (۷ میلیون سال نوری)
NGC ۲۵۳ / حجار	۰۰ ۴۸	-۲۵ ۱۷	ک	۷/۱	۲۵x۷۱	کهکشان حجار: بزرگ و زیبا و سیگاری شکل؛ شبه کهکشان آندرومدا در ابعاد کوچک (۷،۵۰۰،۰۰۰ سال نوری)
گاما-خجل	۰۱ ۵۴	+۱۹ ۱۸	س د	۴/۸، ۴/۸	۸ <sup>۳</sup>	ستاره اول خجل. جفت زینای آبی سفید (۲۰۰ سال نوری)
لاند-حمل	۰۱ ۵۸	+۲۳ ۳۶	س د	۷/۷، ۴/۹	۳۷ <sup>۳</sup>	دوتایی با فاصله با اختلاف قدر زیاد (۱۰۵ سال نوری)
آلفا-حوت	۰۲ ۰۲	+۰۲ ۴۶	س د	۵/۱، ۴/۲	۲ <sup>۳</sup>	ستاره‌ی الرشاد. یک دوتایی نزدیک با رنگ‌های عجیب و ثابت با تناوب ۷۲۰ سال (۱۳۰ سال نوری)
سی-۱-حوت	۰۱ ۰۶	+۲۱ ۲۸	س د	۵/۸، ۵/۶	۳۰ <sup>۳</sup>	جفتی با دو ستاره‌ی آبی سفید
زتا-حوت	۰۱ ۱۴	+۰۷ ۳۵	س د	۴/۵، ۵/۶	۲۳ <sup>۳</sup>	دوتایی با رنگ زرد کمرنگ و پسی کمرنگ (۱۴۰ سال نوری)
۵-حوت	۰۰ ۵۰	+۲۷ ۴۳	س د	۴/۳، ۴/۳	۴ <sup>۳</sup>	جفتی با ستاره‌های زرد کمرنگ
۱۹-حوت = TX	۲۳ ۴۶	+۰۳ ۲۹	س	۵/۳-۴/۵	-	ستاره‌ی دوست‌داشتنی قمر-زنجی در صورت‌آوری انگستر در حوت (۳۰۰ سال نوری)
آلفا-حوت جنوبی	۲۲ ۵۸	-۲۹ ۳۷	س	۱/۲	-	فم الحوت. «ستاره‌ی تنها». جواهر درخشان آبی سفید (۲۵ سال نوری)
گاما-خر-گوش	۰۵ ۴۴	-۲۲ ۲۷	س د	۴/۳، ۴/۷	۹۶ <sup>۳</sup>	دوتایی با فاصله به رنگ‌های زرد کمرنگ و قمر (۲۱ سال نوری)
R-خر-گوش	۰۵ ۰۰	-۱۴ ۴۸	س	۱/۷-۵/۵	-	ستاره‌ی ماده‌گوزن سرخ. باقوت سوسون (۱۵۰۰ سال نوری)
M۷۹ / خر-گوش	۰۵ ۲۴	-۲۴ ۳۳	خ ک	۸/۰	۹ <sup>۲</sup>	خوشه‌ی کروی تپهای رستمان. کوچک و کم‌نور اما یگانه (۵۰ هزار سال نوری)
آلفا-دب اصغر	۰۲ ۳۲	+۸۹ ۱۶	س د	۴/۱-۱/۹، ۹/۰	۱۸ <sup>۳</sup>	جُدی یا ستاره قطبی، جفتی با اختلاف قدر زیاد با دوره‌ی تناوب مداری (ظاهری) شگفت‌انگیز ۲۴ ساعت که به‌سبب چرخش سیاره‌ی زمین ایجاد می‌شود! درخشان‌ترین صغیر قیفاووسی در آسمان (۴۲۰ سال نوری)

رتا-۸۰-دب اکبر	۱۳۲۴	+۵۲ ۵۶	س-د	۴/۰ ۴۲/۳ ۲/۰	۱۴۳۳ ۷۰۹۳
کسی-دب اکبر	۱۱ ۱۸	+۳۱ ۳۶	س-د	۴/۸ ۴۳/۳	۱۸۳۳
۷۲-دب اکبر	۱۰ ۴۵	+۴۷ ۲۵	س	۶/۵-۵/۹	-
MA۱ و	۰۹ ۵۶	+۴۹ ۰۴		۶/۹	۲۶۲۸۱۳۲
MA۲/دب اکبر				۸/۴	۱۱۲۸۵۲
MA۹۷/دب اکبر	۱۱ ۱۵	+۵۵ ۰۱		۱۱/۲	۱۸۰۳
MA۱۰۱/دب اکبر	۱۴ ۰۳	+۵۳ ۲۱	ک	۷/۷	۲۷۲۸۲۶۲
آلفا-دجابه	۲۰ ۴۱	+۴۵ ۱۷	ص	۱/۲۵	-
بتا-دجابه	۱۹ ۳۱	+۲۷ ۵۸	س-د	۵/۱ ۰۳/۱	۳۴۳

دوتایی معروف عقاق و سُها. الماس‌های ستائنی درخشان آبی-سفید؛ هر سه ستاره دوتایی‌های طیف‌سنجی‌اند (مانند بسیاری دیگر از ستاره‌های فهرست) و بنابراین در کل منظومه‌ای بزرگ و شش تایی است. نخستین ستاره‌ی چندتایی کشف‌شده است. (۷۸ سال نوری)

دوتایی تاریخی (نخستین دوتایی که مدارش محاسبه شد) با تناوب ۶۰ سال که از زمان کشش سه بار تناوش کامل شده است. دو ستاره‌ی زرد رنگ در تماس با هم (۲۶ سال نوری)

نورافکن سیخ-تارنخی بالایی ملاقی دب اکبر. قابل دید در تمام سال  
سحابی بده. عالی‌ترین جفت کهکشان در آسمان! کهکشان مارپیچی دو گمانندی با هسته‌ی واضح و روشن است. MA۲ کهکشان‌ی باریک و بلند و منحنی‌شکل است که شکاف‌هایی تاریک از میان آن گذر کرده‌اند. آن‌ها نیم درجه از هم فاصله دارند. (۷ میلیون سال نوری)

سحابی جغد. سحابی بزرگ کم‌فروغی با دو ناحیه یا «چشم» تاریک و ظریف که آن را دوهمستانی به نظر می‌رساند. در همان میدان دید می‌توانید کهکشان مارپیچی قدر ۱۰ سیگارشکل MA۱۰۸ را هم ببینید که این دو را به عجیب‌ترین جفت آسمانی تبدیل کرده است. فاصلهی سحابی جغد از ما ۱۰ هزار سال نوری است اما کهکشان هزارن بار دورتر است.

کهکشان گردانی. کهکشان‌ی کم‌فروغ و وسیع و گرد که از روبه‌رو دیده می‌شود و در سه‌های تاریک جزئیات بیشتری را از خود نشان می‌دهد. (۱۵ میلیون سال نوری)

ردف. آن‌غول بسیار بزرگ آبی‌رنگ. با درخشندگی ۶۰ هزار برابر خورشید! (۱۶۰۰ سال نوری)

مقدار دجابه. یکی از زیباترین اجرام آسمانی. جفتی خارق‌العاده با رنگ‌های زرد و آبی کبود (۲۸۰۰ سال نوری)



ایمکرون-۱-دجاجة	۲۰ ۱۴	+۴۶ ۴۴	س د	۴۷/۸ ۴/۸	۳۳۸ <sup>۳</sup> ۰۱۰۷ <sup>۳</sup>
دلتا-دجاجة	۱۹ ۴۵	+۴۵ ۰۸	س د	۶/۳ ۴/۹	۷/۵ <sup>۳</sup>
۱-دجاجة	۱۹ ۴۲	+۵۰ ۳۲	س د	۶/۸ ۴/۰	۳۹ <sup>۳</sup>
۶-دجاجة	۲۱ ۰۷	+۳۸ ۴۵	س د	۶/۰ ۵/۲	۲۰ <sup>۳</sup>
۷۴۶۰/دجاجة	۲۱ ۴۲	+۳۵ ۳۱	س	۷/۰-۵/۴	-
۴۲۹/دجاجة	۲۱ ۳۲	+۴۸ ۲۶	خ ب	۴/۶	۳۲ <sup>۱</sup>
۶۸۲۶/دجاجة	۱۹ ۴۵	+۵۰ ۳۱		۸/۹	۲۷ <sup>۳</sup>
۶۸۱۹/دجاجة	۱۹ ۴۱	+۴۰ ۱۱	خ ب	۷/۳	۵ <sup>۱</sup>
NGC ۶۹۶۰ و ۶۹۹۲-۵/دجاجة	۲۰ ۵۱	+۳۱ ۱۳	ب ا	-	۷۰۸۶ <sup>۳</sup> ۴۰۸۸ <sup>۳</sup>

سمانی دور از هم دوست‌داشتنی به رنگ‌های نارنجی و آبی و سفید در زمینی پرستاره‌ای راه شیری (۲۰۰ سال نوری)

جفت نزدیک به هم و درخشان نااهم‌مان به رنگ‌های سبز-سفید و خاکستری، بهترین نمای آن‌ها در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر است. دوتایی با تناوب ۸۰۰ سال (۲۷۰ سال نوری)

دوتایی دوست‌داشتنی غالی‌رنگ که در میان دید باز در کنار سحابی چشمک‌زن دیده می‌شود.

جفت زیبای نارنجی-رنگ، ستاره‌های مشهور است چراکه نخستین ستاره‌های بود که فاصله‌ی آن مستقیماً اندازه‌گیری شد: ۱۱ سال نوری، جفتی کندحرکت با تناوب ۶۵۰ سال

جوهری قمرزنگ و خناب، دوتایی تفکیک‌نشده‌ای که به دور یک سیاهچاله در گردش‌اند!

ترجمی بزرگ و مثلثی‌شکل از ۳۰ ستاره که بهترین نمای آن در دوربین‌های نوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز است. (۸۹۰ سال نوری)

سحابی چشمک‌زن، قرصی به رنگ آبی کمرنگ با ستاره‌ی مرکزی قدر ۱۰ واضح. اگر پشت چشمی، به‌طور متناوب، به روش‌های مستقیم و چپ‌چپ آن را ببینید چشمک می‌زنند! (۳۳۰ سال نوری)

خوشی سر روباه، خوشی کوچک و کم‌نور اما پرستاره از ۱۵۰ ستاره (۷۳۰ سال نوری)

سحابی پرده، رشته‌ای/سپری‌س، قوس‌های بزرگ کم‌فروغی به شعاع ۳ درجه حاصل انفجار ابر نوظهور در ۵۰۰۰ سال پیش، بهترین نمایش در دوربین‌های نوچشمی بزرگ و تلسکوپ‌های میدان باز (۱۵۰۰ سال نوری)



دجاجة NGC ۷۰۲۷	۲۱ ۰۷	+۴۲ ۱۴	۹/۰	۱۸ <sup>h</sup> ۱۱ <sup>m</sup>	بیش سحابی سیاره‌ای استثنایا یوب کوچک، آبی، و فشرده (۳۰۰۰ سال نوری)
گاما-دلفین	۲۰ ۴۷	+۱۴ ۰۷	۵/۵ ۴/۵	۱۰ <sup>m</sup>	دوتایی زیبا و خارق‌العاده به رنگ‌های زرد طلایی و آبی-سبز. ستاره‌ی دوتایی «لروح» یا استروو ۲۷۲۵ (قدرهای ۷/۴ و ۸/۴ و جدایی ۳ <sup>h</sup> ) هم در همان میدان دید است. (۱۰۰۰ سال نوری)
زتا-ذئو	۲۲ ۲۹	-۰۰ ۰۱	۴/۵ ۴/۴	۲ <sup>m</sup>	جفت نزدیک درخشان و سفیدرنگ با تناوب ۸۵۰ سال (۷۴ سال نوری)
۹۴-ذئو	۲۳ ۱۹	-۱۳ ۷۸	۷/۳ ۵/۳	۱۳ <sup>m</sup>	ستاره‌ی دوتایی دوست‌داشتنی به رنگ‌های قرمز و سبز زمردی کم‌رنگ
م۲ / ذئو	۲۱ ۳۴	-۰۰ ۴۹	۶/۵	۱۳ <sup>m</sup>	کندوی از ستاره‌ها. نمای زیبا در تلسکوپ‌های بزرگ (۳۷ هزار سال نوری)
دلو NGC ۷۰۰۹	۲۱ ۰۴	-۱۱ ۲۲	۸/۳	۲۵ <sup>m</sup> × ۱۷ <sup>m</sup>	سحابی زحل. بیضی‌ای درخشان و جانب به رنگ آبی-سبز (۲ هزار سال نوری)
آلفا-دوبیگر	۰۷ ۳۵	+۳۱ ۵۳	۴/۹ ۴/۱/۹ ۸/۹	۷۷ <sup>m</sup> ۴۳ <sup>m</sup>	کاستور، ستاره‌ی چندتایی آبی-سفید درخشان با تناوب ۳۷۰ ساله. همدم تاریخی موجب گرفت ستاره‌ی ۷۲-دوبیگر و تغییر قدر آن از ۸/۹ به ۶/۹ در عرض ۲۰ ساعت می‌شود. ستاره‌های A و B دوتایی‌های طیف‌سنجی هستند. منظومه‌ای عظیم از شش ستاره (۵۲ سال نوری)
دلتا-دوبیگر	۰۷ ۲۰	+۲۱ ۵۹	۸/۲ ۴/۵	۶ <sup>m</sup>	دوتایی نزدیک به رنگ‌های زرد و قرمز-بنفش با تناوب ۱۲۰۰ ساله (۵۳ سال نوری)
۲۰-دوبیگر	۰۶ ۳۲	+۱۷ ۴۷	۶/۹ ۴/۳	۲۰ <sup>m</sup>	دوتایی نزدیک به رنگ‌های زرد-سفید و آبی-سفید (۴۵۰ سال نوری)
M۳۵	۰۶ ۰۹	+۲۴ ۲۰	۵/۱	۲۸ <sup>m</sup>	جعبه‌های بزرگ و خارق‌العاده از جواهرات ستاره‌ای در آسمان که با یکدیگر بسیار فاصله دارند (۲۷۰۰ و ۱۶ هزار سال نوری).
دوبیگر NGC ۲۱۵۸			۱۱	۵ <sup>m</sup>	
دوبیگر NGC ۲۳۹۲	۰۷ ۲۹	+۲۰ ۵۵	۸/۳	۲۰ <sup>m</sup>	سحابی اسکیمو یا صورت‌دلقک. قرص آبی واضح با ستاره‌ی مرکزی از قدر ۱۰ (۳۰۰۰ سال نوری)

اناندا-الکریسی	۰۰ ۴۹	+۵۷ ۴۹	س-د	۷/۵ ۴۳/۴	۱۳۳
یوتا-ذاتالکریسی	۰۲ ۲۹	+۶۷ ۲۴	س-د	۴/۹ ۴۳/۴ ۸/۴	۷/۵۳
سیگما-ذاتالکریسی	۲۳ ۵۹	+۵۵ ۴۵	س-د	۷/۱ ۴۵/۰	۳۳
استروو ۱/۶۳ / ذاتالکریسی	۰۱ ۵۱	+۴۴ ۵۱	س-د	۸/۸ ۴۶/۸	۳۵۳
استروو ۳/۵۳ / ذاتالکریسی	۰۰ ۰۳	+۶۴ ۰۶	س-د	۷/۳ ۴۵/۹	۱۵۳
M۵۲ / ذاتالکریسی	۲۳ ۲۴	+۶۱ ۳۵	خ-ب	۶/۹	۱۳۲
M۱۰۳ / ذاتالکریسی	۰۱ ۳۳	+۶۰ ۴۲	خ-ب	۷/۴	۶۲
فی-ذاتالکریسی	۰۱ ۱۹	+۵۸ ۲۰	خ-ب	۶/۴	۱۳۲
NGC ۴۵۷					
NGC ۷۷۸۹	۲۳ ۵۷	+۵۶ ۴۴	خ-ب	۶/۷	۱۶۲
ذاتالکریسی					
COL ۳۹۹	۱۹ ۲۵	+۲۰ ۱۱	ص-و	۳/۶	۶۰۱
پروباک					

دوتایی تخم مرغ عیداً دو ستاره‌ی زیبا به رنگ‌های زرد و قرمز-بنفش با  
فهرهای متفاوت و تناوب ۴۸۰ سال. نزدیکاً (فقط ۱۹ سال نوری)  
مظلومه‌ی ستاره‌ی زیبا و نزدیک به هم، به رنگ‌های زرد، یاسی، و آبی  
(۱۶۰ سال نوری)

جفتی نزدیک به هم با رنگ‌های آشکار آبی و سبز (۱۴۰۰ سال نوری)

جفت رنگین و ناهمسان و کم‌نور به رنگ‌های آبی و قرمز-نارنجی

نمونه‌ی کوچک و زیبای از دوتایی متقار دجانه، زرد-نارنجی و آبی

خوشه‌ای پُر ستاره و مثلث‌شکل و درخشان از دست کم ۱۰۰ ستاره  
(۳۰۰۰ سال نوری)

خوشه‌ی کوچک و پادزن‌شکل از چندین دوجین ستاره (۸۰۰۰ سال نوری)

خوشه‌ی جغد یا ای-تی، خوشه‌ای مشخص از ۸۰ ستاره و دو «چشم»  
(۹۳۰۰ سال نوری)

خوشه‌ی کارولین هرشل، خوشه‌ای پُر ستاره و یک‌نواخت از بیش از ۳۰۰  
ستاره‌ی کم‌فروغ در زمینه‌ی غیر ستاره‌ای، نمایی شگفت در شب‌های  
تاریک! (۶۰۰۰ سال نوری)

صورت‌واره (یا خوشه‌ی) چوب‌باباسی، در دوربین دوچشمی شبیه چوب‌باباسی  
وارونه‌ای از ستاره‌هاست، نمایی عالی در تلسکوپ‌های میدان باز

NGC ۶۹۴۰	۲۰ ۳۵	+۲۸ ۱۸	خ‌ب	۶/۳	۳۱'	بیش از ۱۰۰ یاقوت کبود درخشان. درخشان‌ترین ستاره‌ی خوشه به رنگ یاقوت سرخ است! (۲۵۰۰ سال نوری)
ایرواهک						سحابی دمل. بعد از سحابی حلقه بهترین و شناخته‌شده‌ترین جرم در نوع خود و همچون بالشی ترم و پُضاآلود در میان ستاره‌های راه شیری شناور است و فضایی سه‌بعدی در فضا دارد (۱۲۰۰ سال نوری)
M۲۷ / ایرواهک	۲۰ ۰۰	+۲۲ ۴۳		۷/۶	۸'۵۵"	
۳۳-زرافه	۱۲ ۴۹	+۸۳ ۲۵	س‌د	۵/۸ ۵۵/۳	۲۳"	جفتی زیبا به رنگ سفید. کمتر شناخته‌شده (۴۹۵ سال نوری)
U-زرافه	۰۳ ۴۲	+۴۲ ۳۹	س	۸/۴-۸/۱	-	یکی از قمرترین ستاره‌های آسمان
ST-زرافه	۰۴ ۵۱	+۴۸ ۱۰	س	۸/۴-۷/۰	-	جواهر سرخ‌رنگ دیگری در آسمان
NGC ۲۴۰۳	۰۷ ۳۷	+۴۵ ۳۶	ک	۸/۴	۱۸'۸۱۱"	یکی از درخشان‌ترین کهکشان‌ها و بهترین ماریچی‌ها در آسمان (۱۲ میلیون سال نوری)
زرافه						
M۱۱ / سپر	۱۸ ۵۱	-۰۶ ۱۶	خ‌ب	۵/۸	۱۴'	خوشه‌ی اردک وحشی. خوشه‌ای پادزن‌شکل و درخشان از حدود ۵۰۰ ستاره (۵۵۰۰ سال نوری)
راه شیری/سپر	۱۸ ۴۰	-۰۶ ۰۰	ک	-	۷۲۰'۵۵۴۰"	ایبری ستاره‌های سپر / جواهر راه شیری. منظره‌ای پرستاره و زیبا و سه‌بعدی در دورترین‌های توپشمنی و تلسکوپ‌های میانه دید باز
زتا-سروطان	۰۸ ۱۲	+۱۷ ۳۹	س‌د	۵۵/۴ ۵۴/۰ ۶/۲	۰۹"	ستاره‌ی نزدیک به هم با تناوب‌های ۶۰ و ۱۱۵۰ ساله. همه به رنگ زرد (۷۰ سال نوری)
یوتا-سروطان	۰۸ ۴۷	+۲۸ ۴۶	س‌د	۴/۲ ۴/۴	۳۰"	ستاره‌ی مشابه منظر دجابه در فصل تابستان. جفت عالی نازنجی و آبی (۱۶۵ سال نوری)
خی-سروطان	۰۸ ۵۵	+۱۷ ۱۴	س	۵ ۵۵/۷	-	یاقوتی آسمانی! رنگ‌ها حتی در تلسکوپ کوچک واضح‌اند.

M۴۴ / سِرطان	۰۸ ۴۰	+۱۹ ۵۹	خَب	۳/۸	۹ ۰۰
M۶۷ / سِرطان	۰۸ ۵۰	+۱۱ ۴۹	خَب	۶/۹	۳ ۰۰
NGC ۳۱۱۵	۱۰ ۰۵	-۰۷ ۴۳	ک	۹/۲	۸'۳۳"
سکسانت					
آلفا-سنبله	۱۳ ۲۵	-۱۱ ۱۰	س	۰/۹۷	-
گاما-سنبله	۱۲ ۴۲	-۰۱ ۲۷	س د	۳/۵ ۴۳/۵	۰/۵۳"
SS-سنبله	۱۲ ۲۵	+۰۰ ۴۸	س	۹/۴-۶/۰	-
M۸۴			ک	۹/۳	۵'۴۳"
M۸۶	۱۲ ۲۵	+۱۲ ۵۳	ک	۹/۲	۷'۳۶"
M۸۷ / سنبله			ک	۸/۶	۷'۳۷"
M۴۹ / سنبله	۱۲ ۳۰	+۰۸ ۰۰	ک	۸/۴	۹'۴۷"
M۵۹ و			ک	۹/۸	۵'۴۳"
M۶۰ / سنبله	۱۲ ۴۲	+۱۱ ۳۹	ک	۸/۸	۷'۳۶"

خوشه‌ی کندوی عسل. خوشه‌ای گسترده از بیش از ۵۰ ستاره. بهترین نما در دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میدان باز (۵۹۰ سال نوری) خوشه‌ای دوست‌داشتنی اما پنهان در سایه‌ی خوشه‌ی کندوی عسل (۲۵۰۰ سال نوری)

کهکشان دو ک. جری کبیسه با مرکزی درخشان به شکل کهکشان‌های بیضوی اما با دو انتهای گوشه‌دار (۲۱ میلیون سال نوری)

سماک آغل. آب‌خوردیشی به رنگ آبی یخی با درخشندگی بیش از ۲۰۰۰ برابر خورشید (۲۵۰ سال نوری)

زاریا لالوآ. دنباله درخشان و مشهور با تناوب ۱۷۱ ساله به رنگ زرد (۳۹ سال نوری)

فانوسی قرمز و تپنده در میان ستاره‌ها. وقتی در درخشان‌ترین حالت است به راحتی پیدا می‌شود.

خوشه‌ی کهکشان‌های گیسو سنبله. سه نمونه‌ی درخشان (همه کهکشان‌های بیضی غول‌پیکر) از این قلمرو مشهور با تلسکوپ‌های کوچک سدها کهکشان دیده می‌شود. معمولاً چند تا در یک میدان دید. بیش از ۱۰ هزار کهکشان عکاسی شده‌اند (۷۰ میلیون سال نوری)

کهکشان بیضی درخشان دیگری که بین دو ستاره قرار دارد (۵ میلیون سال نوری)

جفت زیبای کهکشان‌های بیضی در یک میدان دید با ۲۵" جابجایی زاویه‌ای

M۶۱ / سنبله	۱۲ ۲۲	+۰۴ ۲۸	ک	۹/۷	۶۴۴"
M۱۰۴ / سنبله	۱۲ ۴۰	-۱۱ ۳۷	ک	۸/۳	۹۴۳"
NGC ۴۷۴۳	۱۲ ۵۳	+۱۱ ۱۴	ک	۱۰/۲	۹۴۲"
سنبله					
۳/۲۷۳C / سنبله	۱۲ ۲۹	+۰۲ ۰۳	ک	۱۲/۸	-
۸-سوسمار	۲۲ ۳۶	+۳۹ ۳۸	س د	۴/۵، ۴/۷، ۹/۳، ۱۱/۵	۸۳"، ۴۹"، ۲۲"
NGC ۴۷۴۳ / سوسمار	۲۲ ۱۵	+۴۹ ۵۳	خ ب	۶/۴	۲۱'
M۷۱ / سهم	۱۹ ۵۴	+۱۸ ۴۷	خ ک	۸/۳	۷'
۱۲-سیاهگوش	۰۶ ۴۶	+۵۹ ۷۷	س د	۴/۱۰، ۴/۴، ۷/۳	۹"، ۱۶"، ۹"
۱۹-سیاهگوش	۰۷ ۲۳	+۵۵ ۱۷	س د	۶/۵، ۵/۶	۱۵"
۳۸-سیاهگوش	۰۹ ۱۹	+۳۶ ۴۸	س د	۶/۶، ۴/۹	۳"
NGC ۲۴۱۹ / سیاهگوش	۰۷ ۳۸	+۲۸ ۵۳	خ ک	۱۰/۴	۴'
NGC ۲۴۸۳ / سیاهگوش	۰۸ ۵۳	+۳۳ ۲۵	ک	۹/۷	۹'x۲'

یکی از بسیار کهکشان مارپیچی در خوشه گیسو-سنبله از روتدرو با ۲ بازو کهکشان کلاسه مکریکی یکی از درخشان ترین و خارق العاده ترین کهکشان های از لبه در آسمان با تابشی به رنگ پیازی و نواری تیره در استوایش (۲۸ میلیون سال نوری)

کهکشان پادبادک، کهکشانی از لبه، کمزور و نازک شبیه پادبادکی کلفتی. در همسایگی NGC ۴۷۵۴

نخستین اختروش کشف شده. همچنین درخشان ترین و نزدیک ترین، با وجود فاصله ی بسیار زیادش (یک میلیارد و ۹۰۰ میلیون سال نوری) در تسکوپهای ۴ تا ۶ اینچی همچون ستاره ای آبی و کم فروغ دیده می شود. دوتایی آبی-سفید همدم های کم نورتر چهار تایی طریقی را می سازند. (۱۹۰۰ سال نوری)

خوشه ای زیبا و با فاصله مشکل از ۴۰ ستاره (۲۸۰۰ سال نوری) خوشه ای دوردست اما زیبا و مه آلود در زمینه ی پرستاره ی راه شیری (۱۳۰۰۰ سال نوری)

سه تایی نزدیک به هم زیبا. همه به رنگ سفید. ستاره های A و B دوتایی با تناوب ۷۰۰ ساله اند. (۱۴۰ سال نوری)

جفتی جذاب با رنگ های متضاد زیبا. در همسایگی ستاره ای از قدر ۹ جفتی درخشان و ناهمسان و نزدیک به هم با رنگ های متضاد و زیبا سرگردان میان کهکشانی. خوشه ای کمزور و کوچک و دور (۳۰۰ هزار سال نوری)

کهکشان مارپیچی درخشان تقریباً از لبه و سیگار شکل. فاصله نامطمئن



کسی-عقرب	۱۴ ۰۴	-۱۱ ۲۲	سد	۷/۳، ۴/۸	۸ <sup>۳</sup>
M۴ /عقرب	۱۶ ۲۴	-۲۶ ۳۲	خک	۵/۹	۲۶ <sup>۱</sup>
M۶ /عقرب	۱۷ ۴۰	-۳۲ ۱۳	خب	۴/۲	۲۵ <sup>۱</sup>
M۷ /عقرب	۱۷ ۵۴	-۳۴ ۳۹	خب	۳/۳	۸۰ <sup>۱</sup>
M۸۰ /عقرب	۱۶ ۱۷	-۳۲ ۵۹	خک	۷/۲	۹ <sup>۱</sup>
NGC ۶۲۳۱ /عقرب	۱۶ ۵۴	-۴۱ ۴۸	خب	۲/۶	۱۵ <sup>۱</sup>
NGC ۶۳۰۲ /عقرب	۱۷ ۱۴	-۳۷ ۰۶		۹/۷	۲۲x۱ <sup>۱</sup>
آلفا-عقرب	۱۴ ۱۶	+۱۹ ۱۱	ص	-۰/۰۴	-
بسیلون-عقرب	۱۴ ۴۵	+۲۷ ۰۴	سد	۴/۹، ۴/۵	۳ <sup>۳</sup>
کسی-عقرب	۱۴ ۵۱	+۱۹ ۰۶	سد	۷/۰، ۴/۷	۶ <sup>۳</sup>
موسعرب	۱۵ ۲۴	+۳۷ ۲۳	سد	۵/۱۰، ۴/۳ ۷/۶	۲۳، ۴۱، ۸۳ <sup>۳</sup>
کاپا-عقرب	۱۴ ۱۴	+۵۱ ۴۷	سد	۶/۴، ۴/۶	۱۳ <sup>۳</sup>

جفتی زرد رنگ که با استرو ۱۹۹۹ (از قدرهای ۷/۴ و ۸/۱ و جایی ۱۲<sup>۳</sup>) با فاصلای ۲۸۰<sup>۳</sup> دوتایی دوتایی با فاصلای را می سازد ستاره ی اصلی خود دوتایی نزدیک با تناوب ۴۶ ساله است، (۸۰ سال نوری)

خوشه ی عطیلمی که به نوری می درخشند در کوچک ترین تلسکوپ ها هم تشکیل می شود. به طرز قابل توجهی در جهت افقی گنبد شده است. نمای دوست داشتنی! نزدیک قلبا لعرب (۷۰۰ سال نوری)

خوشه ی پروانه. مانند پروانه ای با بال های باز! (۱۳۰۰ سال نوری)

خوشه ای گسترده از ۸۰ جواهر رنگارنگ، هدفی برای دوربین دوچشمی (۸۰۰ سال نوری)

خوشه ی هرشل. خوشه ی کوچک و فشرده و درخشان (۲۷ هزار سال نوری)

خوشه ی جذاب و باشکوه. ۱۲۰ ستاره ی خورشیدمانند به اضافی یک اینغول آبی! (۶۰۰۰ سال نوری)

سحابی حشره، سحابی عجیب و نامعمول دوقطبی (۱۹۰۰ سال نوری)

سماک راجع، جواهری جذاب به رنگ زرد- نارنجی (۳۷ سال نوری)

اراز، دوتایی درخشان و نزدیک به هم به رنگ های نارنجی کمرنگ و سبز دریاپی. نیاز به دید خوب است. (۱۶۰ سال نوری)

جذاب به رنگ های زرد و قرمز- نارنجی با بنفش با تناوب ۱۵۰ ساله (۲۱ سال نوری)

منظومه ی سه تایی مرتباً ستاره های B و C دوتایی با تناوب ۲۶۰ سال اند. زرد و دو ستاره ی نارنجی (۹۵ سال نوری)

دوتایی زیبا با رنگ های واقعی

بی-عوا	۱۴ ۴۱	+۱۶ ۲۵	س د	۵/۸، ۴/۹	۶ <sup>۳۳</sup>
زتا-عوا	۱۴ ۴۱	+۱۳ ۴۴	س د	۴/۶، ۴/۵	۰/۷ <sup>۳۳</sup>
استرو ۱۸۳۵/عوا	۱۴ ۲۳	+۰۸ ۲۷	س د	۷/۴، ۵/۱	۶ <sup>۳۳</sup>
امگا-قطورس	۱۳ ۲۷	-۴۷ ۲۹	خ ک	۳/۶	۳۶ <sup>۱</sup>
قنطورس NGC ۵۱۲۸	۱۳ ۲۶	-۳۳ ۰۱	ک	۷/۰	۱۸×۱۴ <sup>۱</sup>
AQ-قوس	۱۹ ۳۴	-۱۶ ۲۲	س	۷/۱-۶/۷	-
M۸	۱۸ ۰۴	-۲۴ ۲۳	سن	۵/۸	۹۰'×۲۰'
قوس NGC ۶۵۳۰			خ ب	۴/۶	۱۵'
M۱۷/قوس	۱۸ ۲۱	-۱۶ ۱۱	سن	۶/۰	۴۶×۲۷'
M۲۰/قوس	۱۸ ۰۳	-۲۳ ۰۴	سن	۶/۳	۲۹×۲۷'
M۲۱/قوس	۱۸ ۰۵	-۲۳ ۳۰	خ ب	۵/۹	۱۳'

نمونه‌ای نزدیک‌تر از کاپا-عوا

دوتایی بسیار نزدیک و سفید با تناوب ۱۲۵ ساله

جفتی زیبا به رنگ‌های سفید و آبی یا یاسی

خوشه‌ی امگا-قنطورس، کلدوی آسمانی با بیش از یک میلیون ستاره. نمای خارق‌العاده از همدی انواع ابزارهای اپتیکی (۱۷ هزار سال نوری)

کهکشان کمربند سیاه، گوی‌ی بزرگ که نواری تیره از غبار آن را دو نیم کرده است (۲۳،۵۰۰،۰۰۰ سال نوری)

ستاره‌ی درخشان قمرز رنگ

سحابی مراب، ابری عظیمی از غبار که نوار تیره‌ی بهیمنی آن را دو نیم کرده و خوشه‌ای ستاره‌ای پراکنده‌ای در یک گوشه‌ی آن است. نمای شگفت‌انگیز! بهترین در میان اجرام هم‌پوش خودش برای رصدگران نیم‌کره‌ی شمالی پس از سحابی جنار (۵۰۰۰ سال نوری)

سحابی نعل اسب، امگا قنطورس، بلند با شکلی داس‌مانند در یک انتهای آن که نواری تیره و تعداد بسیاری ستاره در میان آن دیده می‌شود (۵۰۰۰ سال نوری)

سحابی سه‌تکه، هرچند نسبت به سحابی مراب (که همان نزدیک است) رتبه‌ی کمتری دارد هدف رصدی زیبایی برای شب‌های تاریک است. ابری پیازی‌رنگ که نوارهای تیره‌ی غبار آن را به سه تکه تقسیم کرده است. (۵۵۰۰ سال نوری)

خوشه‌ی درخشانی از ۴۰ ستاره نزدیک سحابی سه‌تکه (۴۰۰۰ سال نوری)

M۱۲۲ قوس	۱۸ ۳۶	-۲۳ ۵۴	خُگ	۵/۱	۲۳'
M۱۲۳ قوس	۱۷ ۵۷	-۱۹ ۰۱	خُب	۵/۵	۲۷'
M۱۲۴ قوس	۱۸ ۱۸	-۱۸ ۲۵	ک	۴/۵	۱۲۰'x۶۰۰"
M۱۲۵ قوس	۱۸ ۳۲	-۱۹ ۱۵	خُب	۴/۶	۳۲'
M۵۵ قوس	۱۹ ۴۰	-۳۰ ۵۸	خُگ	۷/۰	۱۹'
NGC ۶۸۱۸ قوس	۱۹ ۴۴	-۱۴ ۰۹		۹/۹	۲۲"x۱۵"
گاما قیطس	۰۲ ۴۳	-۰۳ ۱۴	س د	۶/۲، ۴/۵	۳"
M۷۷ قیطس	۰۲ ۴۳	-۰۰ ۰۱	ک	۸/۸	۷'x۴'
پتا قیفاووس	۲۱ ۲۹	+۷۰ ۳۴	س د	۷/۹، ۴/۲	۱۳"
دلنا قیفاووس	۲۲ ۲۹	+۵۸ ۲۵	س د	۴/۳-۴/۴	۲۱"
کسی قیفاووس	۲۲ ۰۴	+۶۴ ۳۸	س د	۴/۵، ۴/۴	۸"

رقیب خوشه‌ی M۱۳ خوشه‌ی بزرگ و درخشان که حتی با تلسکوپ‌های کوچک هم تا مرکز تفکیک می‌شود. ستاره‌ها در تلسکوپ‌های بزرگ‌تر قرمز به نظر می‌رسند. (۱۰ هزار سال نوری)

خوشه‌ی بزرگ و پرستاره و یکپارچه نمای دوست‌داشتنی (۲۱۰۰ سال نوری) ابری ستاره‌ای کوچک قوس، ابر ستاره‌ای خارق‌العاده‌ای در زمینه‌ی راه شیری برای رصد با دوربین‌های دوچشمی و تلسکوپ‌های میانی باز (۱۴ هزار سال نوری)

خوشه‌ای عظیم از حدود ۵۰ ستاره، زمخت اما درخشان، شامل ستاره‌ی متغیر قیفاووسی L-قوس که طی ۷ روز از قدر ۶٫۳ به ۷٫۱ تغییر می‌کند. (۲۰۰۰ سال نوری)

کله‌کشانی عظیم و با فشردگی کم، برای رصدش به شب‌های تاریک و پایدار نیاز است. (۱۴ هزار سال نوری)

سمانی جواهر کوچک به رنگ آبی-سبز (۵۰۰۰ سال نوری)

جفت نزدیک و درخشان با رنگ‌های ظریف زرد و خاکستری (۶۳ سال نوری) هسته‌ی ستاره‌مانند و فشرده‌ای که اطرافش را غباری فراگرفته است. (۸۲ میلیون سال نوری)

جفت ناهم‌باه، رنگ‌های سفید-سبز و آبی با بنفش (۹۸۰ سال نوری) جواهرات زیبا به رنگ‌های نارنجی، کمرنگ و آبی، ستاره‌ی اصلی نخستین نمونه‌ی متغیرهای قیفاووسی است با تناوب ۵۳ روز (هزار سال نوری)

جفتی درخشان با رنگ‌های ثابت آبی و زرد (۸۰۰ سال نوری)

مویقاووس	۲۱ ۴۴	+۵۸ ۴۷	س	۵/۱-۳/۴	-
استروو ۲۸۱۶	۲۱ ۳۹	+۵۷ ۲۹	س د	۵/۷، ۵/۶ ۷/۸	۱۳ <sup>۳۳</sup>
قیقاووس					۲۰ <sup>۳۳</sup>
استروو ۲۸۴۰	۲۱ ۵۲	+۵۵ ۴۸	س د	۷/۳، ۵/۵	۱۸ <sup>۳۳</sup>
قیقاووس					
NGC ۴۰ / قیقاووس	۰۰ ۱۳	+۷۲ ۳۲		۱۰/۲	۶۰ <sup>۳۳</sup> x ۳۰ <sup>۳۳</sup>
NGC ۷۰۲۳ / قیقاووس	۲۱ ۰۲	+۶۸ ۱۲	سین	۶/۸	۱۸ <sup>۴</sup>
NGC ۶۹۳۹	۲۰ ۳۱	+۶۰ ۳۸	خ ب	۷/۸	۸ <sup>۴</sup>
NGC ۶۹۴۶ / قیقاووس			ک	۸/۹	۱۱'x۱۰۰'
کاپا-کشتیم	۰۷ ۳۹	-۲۶ ۲۸	س د	۴/۷، ۴/۵	۱۰ <sup>۳۳</sup>
M۴۶					
NGC ۲۳۳۸ / کشتیم	۰۷ ۴۲	-۱۴ ۴۹	خ ب	۶/۱	۲۷ <sup>۴</sup>
M۴۷ / کشتیم	۰۷ ۳۷	-۱۴ ۳۰	خ ب	۴/۴	۳۰ <sup>۴</sup>
M۹۳ / کشتیم	۰۷ ۴۵	-۲۳ ۵۲	خ ب	۶/۲	۲۲ <sup>۴</sup>
NGC ۲۴۴۰ / کشتیم	۰۷ ۴۲	-۱۸ ۱۳		۱۰/۵	۱۴ <sup>۳۳</sup>

ستاره‌ی ایل مانند هرشل، قمرترین ستاره‌ی قابل دید با چشم برهنه در آسمان نیم کره‌ی شمالی (۲۸۰۰ سال نوری)	ستاره‌ی قرمزترین ستاره‌ی قابل دید با چشم برهنه در منظومه‌ی ستاره‌ای جاثاب همراه با دوتایی استروو ۲۸۱۹ (از قدرهای ۷/۵ و ۸/۶ جثابی ۱۲ <sup>۳</sup> ) در میدان دید
جفت دوست‌داشتنی به رنگ‌های سفیدسبز و آبی سفید	قرصی محو به رنگ‌های خاکستری-قرمز با ستاره‌ی مرکزی (۳۰۰۰ سال نوری)
سحابی زئق، سحابی درخشان بازتابی، توریادور ستاره‌ای آبی از قدر ۷	مجموعه‌ای یگانه از کیهانشان و خوشه با جثابی ۳۸' از یکدیگر (۴۰۰۰ و ۱۰ میلیون سال نوری)
جفت درخشان عالی شبیه به گاما-جدی، هر دو به رنگ آبی-سفید (۴۵۰ سال نوری)	خوشه‌ای پُر تعداد و یکپارخت از بیش از صد ستاره که سحابی حلقه‌شکل روح‌ناندی در برابر آن می‌درخشد می‌از بنا به هم (۵۴۰۰ و ۳۰۰۰ سال نوری)
	خوشه‌ای بزرگ و وسیع از چندین دوجین ستاره (۱۵۰۰ سال نوری)
	خوشه‌ای باشکوه از حدود ۸۰ ستاره، رنگارنگ به شکل گوه (۳۴۰۰ سال نوری)
	قرصی کوچک به رنگ آبی سفید، توه‌ر شب چراغ آسمانی! (۳۵۰۰ سال نوری)

کشتیم NGC ۲۴۷۷	۰۷ ۵۲	-۳۸ ۳۳	خ ب	۵/۸	۲۷۷	خوشهای عالی و پر تعداد از ۳۰۰ ستاره مانند خوشه کروی سُست (۴۰۰۰ سال نوری)
دلتا-کلاغ	۱۲ ۳۰	-۱۶ ۳۱	س د	۸/۳، ۴/۳۰	۲۴۳	الغراب، تعداد زیادی رنگ و قدر به رنگهای زرد و بنفش یا پایی (۱۲۵ سال نوری)
استرو ۱۶۶۹/کلاغ	۱۲ ۳۱	-۱۳ ۰۱	س د	۶/۱، ۴/۲۰	۵ <sup>۳</sup>	جفتی نزدیک به رنگهای زرد-سفید
کلاغ NGC ۴۳۶۱	۱۲ ۲۴	-۱۸ ۴۸		۱۰/۳	۸۰ <sup>۳</sup>	قرصی عظیم و گرد با تابشی کمفروغ (۲۶۰ سال نوری)
کلاغ NGC ۴۰۳۸/۴۰۳۹	۱۲ ۰۲	-۱۸ ۵۲	ک	۱۰/۷	۳۱۶۲ <sup>۲</sup>	کهکشان‌های آنتن یا دم‌قلمی در حال برخورد با هم (۹۰ میلیون سال نوری)
آلفا-کلب اکبر	۰۶ ۴	-۱۶ ۴۳	س د	۴۰/۴۶، ۸/۵	۷ <sup>۳</sup>	شبه‌هنگ، درخشان‌ترین ستاره‌ی آسمان شب، باقوت کوتدی به رنگ آبی-سفید با همدم کوتولگی سفید مشهورش با تناوب ۵۰ سال (فقط ۹ سال نوری)
ایسلون-کلب اکبر	۰۶ ۵۹	-۲۸ ۵۸	س د	۷/۵، ۴/۱۵	۷ <sup>۳</sup>	عذار، نمونه‌ی مینیاتوری شبه‌هنگ و آسان‌تر در رصد (۴۹۰ سال نوری)
کلب اکبر h ۳۹۴۵	۰۷ ۱۷	-۲۳ ۱۹	س د	۶/۸، ۴/۸	۲۷ <sup>۳</sup>	همزاد مقدار دجابه در زمستان، جفتی زیبا به رنگ‌های قرمز-نارنجی و سبز-آبی
کلب اکبر W	۰۷ ۰۸	-۱۱ ۵۵	س	۷/۹-۶/۴	-	باقوتی سرخ که نسبت به ستاره‌های آبی-سفید زمینه تضاد دارد.
کلب اکبر M۴۱	۰۶ ۴۶	-۲۰ ۴۵	خ ب	۴/۵	۳۸ <sup>۲</sup>	خوشه‌ای بزرگ و دوست‌داشتنی و درخشان از ۸۰ ستاره زیر شبه‌هنگ! (۲۴۰۰ سال نوری)
تاو-کلب اکبر NGC ۲۳۶۲	۰۷ ۱۹	-۲۴ ۵۷	خ ب	۴/۱	۸ <sup>۲</sup>	خوشه‌ی تاو-کلب اکبر، جمعی چوله‌ی درخشان و کوچک از ۶۰ الماس آسمانی که ستاره‌ی مرکزی درخشان‌ی را فراگرفته‌اند. (۵۴۰۰ سال نوری)
کوره NGC ۱۳۱۶	۰۳ ۲۳	-۳۷ ۱۲	ک	۸/۸	۷۴۶ <sup>۲</sup>	کوره‌ی A، کهکشان‌ی درخشان، عضو اصلی خوشه‌ی کهکشان‌ی کوره (۵۵ میلیون سال نوری)



کوه NGC ۱۳۶۰	۰۳ ۳۳	-۲۵ ۵۱	۹/۴	۶۱x۴۲	جواهری درخشان به شکل تخم مرغ. (۹۸۰ سال نوری)
کوره NGC ۱۳۶۵	۰۳ ۳۴	-۳۶ ۰۸	۹/۵	۱۰۰x۶۲	یکی از بهترین ماریچی‌های میلدار در آسمان
کسی-گرگ	۱۵ ۵۷	-۳۳ ۵۸	۵/۸، ۵/۳	۱۰۰"	جفتی درخشان و کمتر رصدشده به رنگ آبی سفید (۱۲۰ سال نوری)
۲۴-گیسوان برنیکه	۱۲ ۳۵	+۱۸ ۲۳	۶/۷، ۵/۲	۲۰۰"	جواهراتی دوست‌داشتنی به رنگ‌های نارنجی واضح و آبی سبز (۳۰۰ سال نوری)
۵۳-گیسوان برنیکه	۱۳ ۱۳	+۱۸ ۱۰	۷/۷	۱۳۲	گویی کمزور از ستاره‌های کوچک برای لذت بردن از آن به تلسکوپ بزرگ نیاز است. (۶۵ هزار سال نوری)
۶۴-گیسوان برنیکه	۱۲ ۵۷	+۲۱ ۴۱	۸/۵	۹۱x۵۲	کهکشان چشم سیاه. ماریچی درخشان عالی با «چشمی» تیره. (۲۵ میلیون سال نوری)
۸۸-گیسوان برنیکه	۱۲ ۳۲	+۱۴ ۲۵	۹/۵	۷۸x۴۲	نمونه‌ای میانابوری از کهکشان آندرومدا (۴۰ میلیون سال نوری)
۹۹-گیسوان برنیکه	۱۲ ۱۹	+۱۴ ۲۵	۹/۸	۵۵x۵۲	معروف به «سحابی» گردابی، کهکشان ماریچی شگفت‌انگیزی از روبه‌رو (۵۰ میلیون سال نوری)
۴۵۵۵-گیسوان برنیکه	۱۲ ۳۶	+۲۵ ۵۹	۹/۶	۱۶۱x۳۲	ماریچی روح‌مانندی از لبه با نواری از تبار تیره در استوا (۲۰ میلیون سال نوری)
۱۱۱-گیسوان برنیکه	۱۲ ۲۵	+۲۶ ۰۰	۱/۸	۲۷x۵۲	خوشی ستاره‌ای گیسو. خوشه‌ای عظیم و مه‌آلود (۲۷۰ سال نوری)
دلتا-مار	۱۵ ۳۵	+۱۰ ۳۲	۵/۲، ۴/۲	۴"	جفتی زیبا به رنگ سفید (۸۵ سال نوری)
تتا-مار	۱۸ ۵۶	+۰۴ ۱۲	۵/۴، ۴/۵	۲۳"	نمونه‌ای شبیه دلتا-مار اما با فاصله‌ی بیشتر. زیبا و ساده در رصد (۱۴۰ سال نوری)
۵۵-مار	۱۵ ۱۹	+۰۲ ۰۵	۵/۸	۱۷۰"	رقیب خوشی M۱۱۳. گویی جذاب از ستاره‌ها (۲۵ هزار سال نوری)

M۱۶	۱۸۱۹	-۱۳۴۷	خُب	۶/۰	۲۵'
۴۷۰۳C/امار			سن	-	۵۳۱۲۸'
۴۷۵۶C/امار	۱۸۳۹	+۰۵۲۷	خُب	۴/۵	۷۰۰'
لاندا-مارافسای	۱۶۳۱	+۰۱۵۹	س د	۵/۲، ۵/۲	۱۵۳'
۳۶-مارافسای	۱۷۱۵	-۲۶۳۶	س د	۵/۱، ۵/۱ ۶/۷	۷۳۰"، ۵۳"
۳۹-مارافسای أمیکرون=	۱۷۱۸	-۲۴۱۷	س د	۶/۹، ۵/۴	۱۰۳"
۶۱-مارافسای	۱۷۴۵	+۰۲۳۵	س د	۶/۶، ۵/۲	۲۱۳"
۷۰-مارافسای	۱۸۰۶	+۰۲۳۰	س د	۶/۰، ۵/۲	۵۳"
۱۰-مارافسای	۱۶۵۷	-۰۴۰۶	خ ک	۶/۶	۱۵۴'
۱۲-مارافسای	۱۶۴۷	-۰۱۵۷	خ ک	۶/۸	۱۵۴'
۱۴-مارافسای	۱۷۳۸	-۰۳۱۵	خ ک	۷/۶	۱۲۴'
۱۹-مارافسای	۱۷۰۳	-۲۶۱۶	خ ک	۷/۲	۱۴۴'
۶۲-مارافسای	۱۷۰۱	-۳۰۰۷	خ ک	۶/۶	۱۴۴'

سحابی عقاب و خوشه‌ی ملکه‌ی ستاره‌ها مکان تصویر معروف ستون‌های  
افریش تلسکوپ فضایی هابل (۸۰۰۰ سال نوری)

مجموعه‌ی عطیلم و درخشان و پر اکند از ۸۰۰ ستاره (۱۴۰۰ سال نوری)  
دو تایی درخشان و نزدیک به هم با تناوب ۱۳۰ سال، در تلسکوپ‌های  
کوچک همچون تئلمر می‌کشیده و سفید به نظر می‌رسد.

جفت زیبا و نزدیک به هم با همدم‌های دور از هم، همه به رنگ نارنجی -  
طلایی (۱۸ سال نوری)

جواهرات دوست‌داشتنی نارنجی و آبی روشن

دو تایی نزدیک و زیبای سفید-نقره‌ای

دو تایی مشهور به رنگ‌های زرد و قرمز با تناوب ۸۸ ساله (۱۷ سال نوری)

خوشه‌ی ستاره‌های عظیم و همسایه‌ی نزدیک M۱۲، با جدایی فقط ۳ درجه  
(۱۸ هزار سال نوری)

همراه با M۱۰ از بهترین خوشه‌های کروی موجود در مارافسای هستند. (۱۸  
هزار سال نوری)

خوشه‌ی به‌وضوح کم‌بزرگ‌تر از M۱۰ و M۱۲ (۳۳ هزار سال نوری)

خوشه‌ی کروی بچّ پیچیده‌ترین خوشه‌ی کروی شناخته‌شده (به‌سبب  
چرخش سریع) (۲۰ هزار سال نوری)

به همراه M۱۰ درخشان‌ترین خوشه‌های کروی مارافسای‌اند. همسایه‌ی  
دوقلوی M۱۴ (۲۰ هزار سال نوری)

مارافسای NGC ۶۵۷۲	۱۸ ۱۲	+۰۶ ۵۱	۹/۰	۱۵"×۱۳"	قرصی کوچک اما فشرده به رنگ آبی شیشه ۶۲۱۰ NGC در جایی خوشای عظمت و درخشان و پراکنده از حدود ۶۰ ستاره به شکلی نامعمول (هزار سال نوری)
مارافسای NGC ۶۶۳۳	۱۸ ۲۸	+۰۶ ۳۴	۴/۶	۲۷"	خوشه‌ی کندوی عسل تابستانی نامیده می‌شود. زیبا در دوربین دوچشمی (۱۳۰۰ سال نوری)
مارافسای IC ۴۶۶۵	۱۷ ۴۶	+۰۵ ۴۳	۴/۲	۴۱'	جفت کمتر شناخته‌شده، نزدیک به هم و دوست‌داشتنی. به رنگ‌های طلایی و آبی-سبز (۲۰۰ سال نوری)
یونا-محل	۰۲ ۱۲	+۳۰ ۱۸	۶/۹ ۵/۳	۴"	کهکشان مثلث. مارپیچی بزرگ کم‌نور از رویه‌رو با بازوهای ظریف. هدفی زیبا در شب‌های تاریک (۳۶۰۰۰۰ سال نوری)
M۳۳ / مللت	۰۱ ۳۴	+۳۰ ۳۹	۵/۷	۶۲'×۳۹'	کشفی جنوبی. دوتایی زیبای بافاصله در دوربین دوچشمی و تلسکوپ میدان باز (۶۵ سال نوری)
آلفا-مینان	۱۴ ۵۱	-۱۶ ۰۲	۵/۲ ۴/۸	۳۳۰"	دوقلوهای زیبای سفید
استرو ۱۹۶۲/مینان	۱۵ ۳۹	-۰۸ ۴۷	۶/۴ ۵/۵	۱۲"	جواهر جنوبی سفیدرنگ (۱۲۰ سال نوری)
تتا-نهر	۰۲ ۵۸	-۳۰ ۱۸	۳/۴ ۵/۲	۸"	دوتایی دوست‌داشتنی زرد-نارنجی و سبز دریایی (۳۰۰ سال نوری)
۳۲-نهر	۰۳ ۵۴	-۰۲ ۵۷	۶/۱ ۵/۸	۷"	جفت کم‌نور و شگفت کوتوله‌ی سفید و کوتوله‌ی سرخ با تناوب ۲۴۸ سال (۱۴ سال نوری)
امیکرون-۲-نهر	۰۴ ۱۵	-۰۷ ۳۹	۹/۵ ۵/۴	۸"×۸۳"	عجیب‌ترین جرم آسمانی لایس. «ستاره‌ی دریایی آسمانی» آبی-سبز
NGC ۱۵۳۵ / نهر	۰۴ ۱۴	-۱۲ ۴۴	۹/۴	۲۰"×۱۷"	